ERGONOMI

Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas

TARWAKA, SOLICHUL HA. BAKRI, LILIK SUDIAJENG

ERGONOMI

Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas

TARWAKA, SOLICHUL HA. BAKRI, LILIK SUDIAJENG

Perpustakaan Nasional: Katalog dalam terbitan (KDT)
Tarwaka, Solichul HA.Bakri, Lilik Sudiajeng

Ergonomi untuk
Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas
Ed 1, Cet 1 — Surakarta: UNIBA PRESS, 2004.
I, 383 hlm: 20 cm x 28 cm

Bibliografi: hlm 3, 15, 31, 51, 65, 77, 93, 105, 115, 135, 143, 157, 183, 195, 215, 229, 243, 255, 269, 283, 293, 303, 311, 323, 337
ISBN 979-98339-0-6

1. Ergonomi, Keselamatan Kerja 1. Judul
02

Hak cipta 2004, pada pengarang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh isi buku ini dengan cara apapun, termasuk dengan cara penggunaan mesin fotokopi, tanpa izin sah dari penerbit

Cetakan pertama, Pebruari 2004

04.02 UP

Tarwaka, PGDip.Sc., M.Erg.
Ir. Solichul HA. Bakri, M.Erg.
Ir. Lilik Sudiajeng, M.Erg.

ERGONOMI untuk
Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Produktivitas

Pengantar oleh	:	Prof. Drs. I. B. Adnyana Manuaba, HonFErgS., FIPS.
		DR. Sritomo Wignjosoebroto
Disain cover oleh	:	Ibnu Aziz S. - Alif Grafis
Ilustrator oleh	:	J. Heru Santosa
Dicetak di		UNIBA PRESS, Surakarta - Indonesia.
		Hak penerbitan
		UNIBA PRESS, Surakarta - Indonesia.

Penerbit & Pencetak:

UNIBA PRESS
Universitas Islam Batik Surakarta
Jl. KH. Agus Salim nomer10, Telp. (0271) 714 751
Surakarta - 57147
Indonesia.

KATA PENGANTAR

Ilmu Ergonomi di Indonesia telah mulai dikenal sejak tahun enam puluhan, namun sampai saat ini penerapannya masih jauh dari harapan. Banyak faktor yang menyebabkan kurang membudayanya penerapan ergonomi, di antaranya disebabkan karena masih minimnya buku-buku ergonomi berbahasa Indonesia. Kondisi tersebut menyebabkan terhambatnya sosialisasi pembudayaan penerapan Ergonomi di masyarakat. Hal inilah yang mendorong penulis untuk mencoba menulis buku ergonomi untuk keselamatan, kesehatan kerja dan produktivitas secara sederhana yang didasarkan pada analisis akademis praktis.

Dengan mengacu pada berbagai literatur, penulis bertekad untuk menyelesaikan buku kajian ergonomi ini sebagai salah satu wujud dari tanggungjawab profesi. Bagi kalangan akademis, penulis berharap buku ini dapat memperkaya acuan baik untuk proses belajar mengajar atau untuk pengembangan penelitian di bidang ergonomi. Sedangkan bagi praktisi, penulis berharap agar buku ini dapat sebagai pedoman untuk mempermudah pemahaman dalam penerapan ergonomi, khususnya untuk menciptakan kondisi yang aman, nyaman, sehat, selamat dan produktif.

Dalam penyajiannya, penulis berusaha untuk menulis secara sistematis konsep dasar ergonomi yang dilengkapi dengan berbagai hasil penelitian yang menunjukkan betapa besar manfaat penerapan ergonomi dalam dunia kerja dan dalam kehidupan sehari-hari. Buku ini dikemas menjadi empat bagian utama, tiap-tiap bagian terdiri dari beberapa topik kajian.

Bagian pertama, dibahas tentang konsep dasar ergonomi serta variabel bebas dari suatu penelitian ergonomi seperti desain pekerjaan, lingkungkan kerja dan organisasi kerja. Bagian kedua, dibahas topik-topik yang berkaitan dengan variabel tergantung dari suatu penelitian ergonomi, seperti beban kerja, kelelahan akibat kerja, kelelahan subjektif, stress akibat kerja dan produktivitas kerja. Sedangkan pada bagian ketiga disajikan beberapa hasil penelitian ergonomi yang menggunakan rancangan penelitian eksperimental atau penelitian percobaan melalui perbaikan sarana kerja yang ergonomis. Pada bagian keempat, disajikan beberapa hasil penelitian ergonomi yang menggunakan rancangan penelitian studi kasus dari hasil pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan. Hasil studi kasus ini memberikan gambaran tentang berbagai masalah ergonomi di sekitar kita yang harus dipecahkan dalam upaya meningkatkan kenyamanan, kesehatan, keselamatan dan kesejahteraan untuk mencapai kualitas kerja yang lebih baik.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa buku kajian ergonomi ini masih perlu disempurnakan, untuk itu berbagai kritik dan saran yang konstruktif dari semua pihak sangat diharapkan.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung penerbitan buku ini. Semoga buku ini dapat menebar manfaat bagi semua pihak.

Surakarta, Januari 2004

Penulis:
Tarwaka, PGDip, Sc., M.Erg.
Ir. Solichul Hadi A. Bakri, M. Erg.
Ir Lilik Sudiajeng, M.Erg.

KATA SAMBUTAN KETUA PROGRAM MAGISTER ERGONOMI - FISIOLOGI KERJA UNIVERSITAS UDAYANA

Buku Ergonomi untuk Keselamatan Kesehatan Kerja dan Produktivitas yang ditulis oleh para alumni Program Magister Ergonomi - Fisiologi Kerja Universitas Udayana ini perlu disambut gembira, karena dapat menambah literatur ergonomi khususnya berbahasa Indonesia yang sampai saat ini masih dirasakan kurang memadai.Keberhasilan menulis buku ini, menunjukkan bahwa penulis benar-benar peduli akan perkembangan ergonomi, khususnya di Indonesia.

Sebagai ergonom yang telah berupaya untuk mensosialisasikan penerapan ergonom sejak tahun enam puluhan, saya merasa lega dan sangat bangga karena saat ini telah mempunyai ergonom-ergonom baru yang dapat meneruskan perjuangan saya dalam mengembangkan ergonomi di Indonesia.

Isi buku ini amat penting untuk dipahami oleh berbagai pihak, terutama oleh pejabat instansi pemerintah yang terkait dengan dunia kerja, karena kenyataan di lapangan menunjukkan masih lemahnya pelaksanaan undang-undang tentang perlindungan pemerintah terhadap keselamatan dan kesehatan kerja. Buku ini memberikan gambaran yang cukup jelas tentang berbagai permasalahan ergonomi di lapangan, sekaligus juga memberikan gambaran tentang langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk memecahkan permasalahan tersebut. Hal ini jelas besar manfaatnya bagi pemerintah sebagai dasar pertimbangan di dalam menentukan suatu kebijakan yang terkait dengan masalah perlindungan keselamatan dan kesehatan kerja.

Buku ini juga harus diketahui dan dipahami oleh semua insan yang menerjuni dunia kerja, baik sebagai pengusaha maupun sebagai pekerja. Buku ini memberikan gambaran dengan jelas bahwa penerapan ergonomi bukanlah suatu pemborosan, melainkan sebagai investasi yang dapat memberikan keuntungan baik bagi pekerja maupun pengusaha. Dengan intervensi ergonomi biaya murah, kenyamanan, kesehatan, dan keselamatan kerja dapat ditingkatkan, dengan sendirinya produktivitas kerja meningkat dan sudah barang tentu keuntungan perusahaan juga akan meningkat.

Selamat saya ucapkan kepada penulis, semoga buku ini dapat menjadi motivator bagi penulis-penulis lain di bidang ergonomi, sehingga pemahaman tentang ergonomi, khususnya di Indonesia akan semakin meningkat dan meluas.

Denpasar, Januari 2004

Prof, Drs. IB Adnyana Manuaba, Hon FErgS, FIPS.

SEKAPUR SIRIH
PERHIMPUNAN ERGONOMI INDONESIA

Abad 21 dan tatanan global mendorong masyarakat industri untuk memperhatikan manusia — baik secara fisik, mental-psikologis maupun segala perilakunya — sebagai faktor penentu berbagai aspek kerja dan kehidupan secara lebih baik lagi. Sebagai sebuah disiplin keilmuan yang konsern dengan kerja manusia, aplikasi ergonomi di industri maupun kehidupan manusia diharapkan mampu mengungkit potensi daya saing global dengan memberikan rekayasa inovatif terhadap produk, mesin/peralatan/fasilitas produksi, serta lingkungan kerja yang lebih manusiawi. Pendekatan ergonomi yang bertujuan untuk merealisasikan konsep efektivitas, efisiensi, keamanan/keselamatan, kesehatan dan kenyamanan kerja sesungguhnya merupakan solusi yang relevan dan signifikan untuk merespons tantangan global dan tuntutan untuk meningkatkan produktivitas serta kualitas kehidupan kerja (Quality of Work Life). Keselarasan, keserasian dan keseimbangan antara manusia dengan sistem kerjanya adalah perwujudan dan hasil akhir upaya penerapan ergonomi.

Ergonomi — yang seringkali juga disebut sebagai Human Factors Engineering, Engineering Psychology, dan sebagainya — sebagai sebuah disiplin keilmuan meletakkan manusia pada titik pusat perhatiannya dalam sebuah sistem kerja dimana manusia terlibat didalamnya. Disiplin ergonomi melihat manusia sebagai bagian mutlak dari sistem kerja tersebut secara holistik dan integratif. Oleh karena itu tidaklah mengherankan kalau pemahaman mengenai ergonomi mutlak untuk dipelajari oleh semua disiplin keilmuan mulai dari kedokteran, psikologi, teknik/teknologi, sosial-ekonomi, dan sebagainya. Perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI) yang merupakan wadah berkumpulnya para pakar, pemakai, peminat dan pemerhati ergonomi dan bertujuan untuk mengembangkan, menerapkan serta mensosialisasikan keilmuan ergonomi tentu saja akan menyambut gembira segala kegiatan dan partisipasi semua pihak yang bersedia memberikan kontribusi kepakarannya dalam bentuk penelitian, pendidikan, konsultasi maupun pendidikan/pelatihan bagi mereka yang memerlukan. Demikian pula evaluasi ergonomis yang diperoleh dari sebuah studi literatur, analisa teoritis-akademis, maupun yang diperoleh melalui studi penelitian dan pengalaman empiris yang kemudian dituliskan dalam bentuk makalah; disebar-luaskan melalui berbagai forum seminar/simposium serta media ilmiah seperti jurnal, buku teks/referensi sungguh merupakan upaya keras dan cerdas yang patut diberikan aplaus, apresiasi dan terus didorong. Hal ini

jelas akan memperkaya kasanah literatur mengenai ergonomi yang diperlukan oleh banyak pihak mulai dari akademisi (dosen, mahasiswa), peneliti maupun praktisi.

Buku *"Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas"* yang ditulis oleh sejawat ergonomist Tarwaka, Solichul Hadi HA. Bakri, dan Lilik Sudiajeng (ketiganya merupakan alumni Program Magister Ergonomi-Fisiologi Kerja Universitas Udayana dan anggota Perhimpunan Ergonomi Indonesia) telah membuktikan bahwa mereka betul-betul merupakan pakar, ilmuwan, akademisi, dan peneliti yang memilih untuk meneruskan tradisi keilmuan yaitu mempublikasikan (*publish*) semua nilai tambah yang telah mereka peroleh selama ini — baik pada saat menempuh studi lanjut dan melakukan penelitian-penelitian khususnya di bidang keilmuan ergonomi — bagi kemaslahatan yang lebih besar, daripada membiarkannya lenyap (*perish*) begitu saja tanpa bekas. Semoga penerbitan buku ini bisa memberi kontribusi nyata didalam pengembangan disiplin keilmuan ergonomi dan mendorong semangat sejawat yang lain agar mengikuti jejak para penulis untuk mengabdikan kepakarannya bagi kejayaan nusa, bangsa dan negara dalam menghadapi tantangan persaingan global. Semoga Allah SWT memberikan ridhoNya bagi niat dan upaya yang keras, cerdas dan mulia ini.

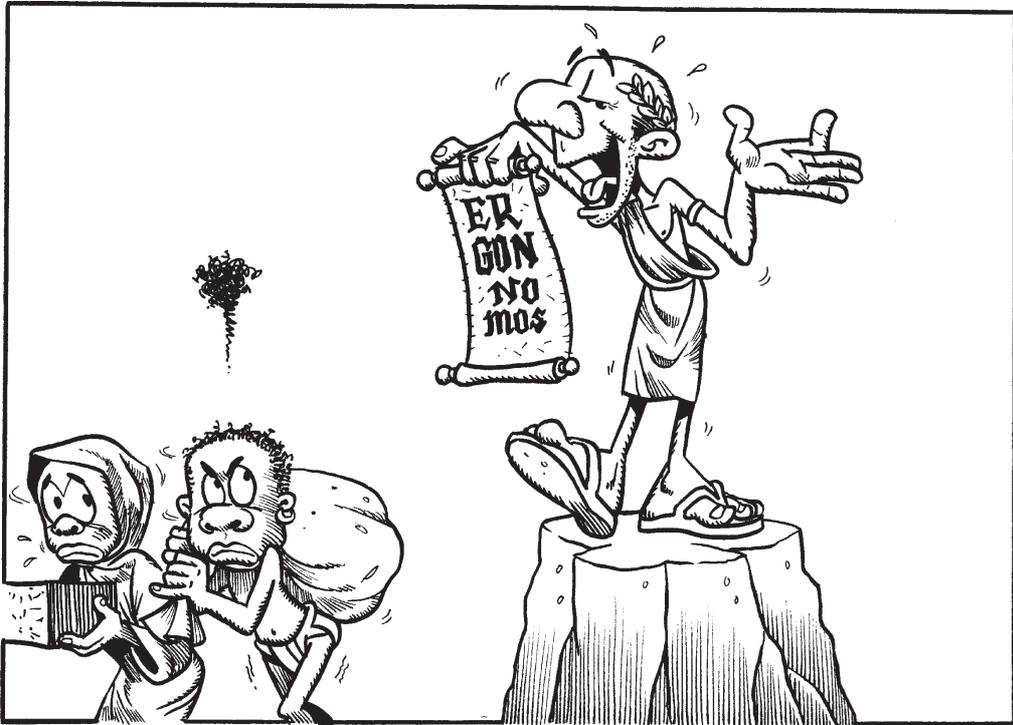
Surabaya, Medio Januari 2004
Perhimpunan Ergonomi Indonesia
Ketua

Sritomo Wignjosoebroto

DAFTAR ISI

BAGIAN I

Pada bagian pertama dari buku kajian ergonomi ini, dibahas tentang konsep dasar serta variabel bebas dari suatu penelitian ergonomi seperti desain pekerjaan, lingkungan kerja dan organisasi kerja. Pada kajian konsep dasar ergonomi dibicarakan mengenai definisi, tujuan aplikasi ergonomi dan konsep keseimbangan dalam ergonomi. Selanjutnya, pada kajian tentang desain pekerjaan lebih difokuskan pada desain stasiun kerja yang meliputi kajian fungsi antropometri dalam desain, desain untuk sikap kerja duduk, berdiri dan duduk-berdiri bergantian. Untuk kajian lingkungan kerja difokuskan mengenai lingkungan kerja fisik seperti mikroklimat, intensitas kebisingan dan intensitas penerangan. Di samping itu, dalam bagian ini juga dibicarakan mengenai kualitas udara dalam suatu ruang kerja yang meliputi faktor penyebab dan pengaruh kondisi kualitas udara terhadap kenyamanan, kesehatan dan keselamatan pekerja. Pada kajian organisasi kerja, dibicarakan mengenai fisiologi tubuh saat bekerja, jam kerja, jam istirahat dan kebutuhan gizi seimbang bagi pekerja. Untuk melengkapi kajian ergonomi pada bagian pertama ini, juga dibahas mengenai ergonomi untuk lansia (aging) yang berkaitan dengan masalah kenyamanan lansia dalam beraktivitas. Topik-topik kajian ergonomi pada bagian ini, lebih dikenal sebagai variabel penyebab yang merupakan pusat perhatian para ergonom didalam melakukan suatu desain dan atau redesain kondisi kerja.

BAB 1

Konsep Dasar Ergonomi

Untuk mempermudah pemahaman terhadap ergonomi, kita dapat menggunakan konsep umum dari cara berpikir rasional yang biasa kita gunakan. Mengadop istilah (5W + 1H) dapat mempermudah kita berpikir secara sistematis di dalam memahami dan menerapkan ergonomi. Pertama-tama yang harus muncul dalam pikiran kita adalah "Apa yang dimaksud dengan ergonomi ?". Selanjutnya secara berturut-turut akan mengalir pertanyaan " Mengapa harus dengan ergonomi"?; "Di mana ergonomi dapat diterapkan"?; " Kapan ergonomi harus diterapkan"?; "Siapa yang berkepentingan dengan ergonomi?" dan " Bagaimana ergonomi dapat memberikan manfaat bagi peningkatan kualitas hidup"?.

1. ***What is ergonomics?***. Istilah ergonomi berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dua kata yaitu "ergon" berarti kerja dan "nomos" berarti aturan atau hukum. Jadi secara ringkas ergonomi adalah suatu aturan atau norma dalam sistem kerja. Di Indonesia memakai istilah ergonomi, tetapi di beberapa negara seperti di Skandinavia menggunakan istilah "Bioteknologi" sedangkan di negara Amerika menggunakan istilah "Human Engineering" atau "Human Factors Engineering". Namun demikian, kesemuanya membahas hal yang sama yaitu tentang optimalisasi fungsi manusia terhadap aktivitas yang dilakukan.
2. ***Why is ergonomics ?***. Dari pengalaman menunjukkan bahwa setiap aktivitas atau pekerjaan yang dilakukan, apabila tidak dilakukan secara ergonomis akan mengakibatkan ketidaknyamanan, biaya tinggi, kecelakaan dan penyakit akibat kerja meningkat, performansi menurun yang berakibat kepada penurunan efisiensi dan daya kerja. Dengan demikian, penerapan ergonomi di segala bidang kegiatan adalah suatu keharusan.

3. ***Where is ergonomics applied ?***. Secara umum penerapan ergonomi dapat dilakukan di mana saja, baik di lingkungan rumah, di perjalanan, di lingkungan sosial maupun di lingkungan tempat kerja.
4. ***When is ergonomics applied ?***. Ergonomi dapat diterapkan kapan saja dalam putaran 24 jam sehari semalam, sehingga baik pada saat bekerja, istirahat maupun dalam berinteraksi sosial kita dapat melakukan dengan sehat, aman dan nyaman.
5. ***Who must apply ergonomics ?.*** Setiap komponen masyarakat baik masyarakat pekerja maupun masyarakat sosial harus menerapkan ergonomi dalam upaya menciptakan kenyamanan, kesehatan, keselamatan dan produktivitas kerja yang setinggi-tingginya.
6. ***How is ergonomics applied ?***. Untuk dapat menerapkan ergonomi secara benar dan tepat, maka kita harus mempelajari dan memahami ergonomi secara detail. Dalam penerapan ergonomi diperlukan suatu seni, agar apa yang akan diterapkan dapat diterima oleh pemakainya dan memberikan manfaat yang besar kepadanya.

   Berangkat dari konsep berfikir rasional tersebut, dalam kajian ergonomi ini akan mulai dibahas dari definisi ergonomi.

1.1 Definisi Ergonomi

Selanjutnya untuk lebih memahami pengertian ergonomi, perlu ditampilkan definisi-definisi ergonomi dari beberapa ahli ergonomi terdahulu. Secara umum definisi-definisi ergonomi yang ada membicarakan masalah-masalah hubungan antara manusia pekerja dengan tugas-tugas dan pekerjaannya serta desain dari objek yang digunakannya. Pada dasarnya kita boleh mengambil definisi ergonomi dari mana saja, namun demikian perlu kita sesuaikan dengan apa yang sedang kita kerjakan. Di bawah ini ditampilkan beberapa definisi ergonomi yang berhubungan dengan tugas, pekerjaan dan desain.

- *Ergonomics is the aplication of scientific information about human being (and scientific methods of acquiring such information) to the problems of design (Pheasant,1988).*
- *Ergonomics is the study of human abilities and characteristics which affect the design of equipment, systems and job (Corlett & Clark, 1995)*
- *Ergonomics is the ability to apply information regarding human characters, capacities, and limitation to the design of human tasks, machine system, living spaces, and environment so that people can live, work and play safely, comfortably and efficiently (Annis & McConville, 1996).*
- *Ergonomic design is the application of human factors, information to the design of tools, machines, systems, tasks, jobs and environments for productive, safe, comfortable and effective human functioning (Manuaba, 1998)*

Apabila kita hanya mencermati definisi-definisi tersebut secara sepintas, maka ruang lingkup ergonomi terasa sempit, karena hanya membicarakan antara manusia dengan tugas dan pekerjaannya. Namun demikian, apabila kita lebih dalam mencermatinya, maka ruang lingkup ergonomi akan sangat luas dan mencakup

segala aspek, tempat dan waktu. Dengan demikian, ergonomi dapat diterapkan pada aspek apa saja, di mana saja dan kapan saja. Sebagai ilustrasi, bahwa sehari semalam kita mempunyai 24 jam dengan distribusi secara umum adalah 8 jam di tempat kerja, 2 jam di perjalanan, 2 jam di tempat rekreasi, olah raga dan lingkungan sosial serta selebihnya (12 jam) di rumah. Sehingga penerapan ergonomi tidak boleh hanya berfokus pada 8 jam di tempat kerja dan melupakan 16 jam lainya. Untuk mencapai kualitas hidup yang lebih baik, maka siklus ke-24 jam tersebut harus menjadi perhatian dalam kajian ergonomi.

Dari uraian tersebut maka selanjutnya kita dapat mendefinisikan ergonomi sebagai berikut: *"Ergonomi adalah ilmu, seni dan penerapan teknologi untuk menyerasikan atau menyeimbangkan antara segala fasilitas yang digunakan baik dalam beraktivitas maupun istirahat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental sehingga kualitas hidup secara keseluruhan menjadi lebih baik".*

Sedangkan yang dimaksud dengan kualitas hidup manusia pekerja, sesuai yang ditetapkan oleh organisasi perburuhan internasional (ILO), secara umum adalah sebagai berikut:

1. *work should respect the workers'life and health.*
2. *work should leave the worker with free time for rest and leisure.*
3. *work should enable the worker to serve society and achieve self-fulfillment by developing his personal capacities.*

Dengan demikian pencapaian kualitas hidup manusia secara optimal, baik di tempat kerja, di lingkungan sosial maupun di lingkungan keluarga, menjadi tujuan utama dari penerapan ergonomi.

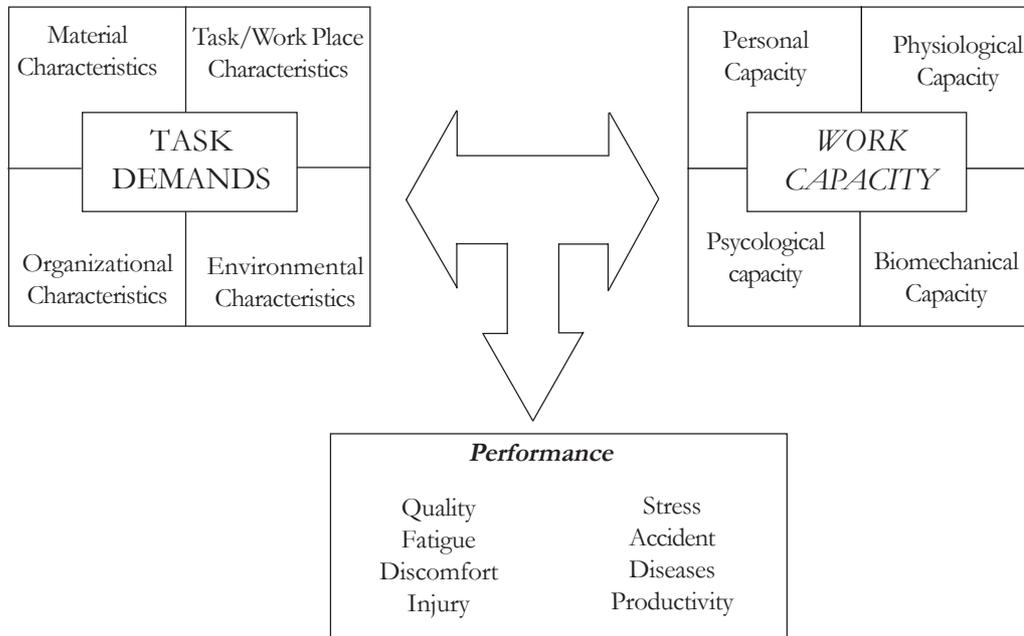
1.2 Tujuan Ergonomi

Secara umum tujuan dari penerapan ergonomi adalah :

1. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.
2. Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, mengelola dan mengkoordinir kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah tidak produktif.
3. Menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek yaitu aspek teknis, ekonomis, antropologis dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi.

1.3 Konsep Keseimbangan Dalam Ergonomi

Ergonomi merupakan suatu ilmu, seni dan teknologi yang berupaya untuk menyerasikan alat, cara dan lingkungan kerja terhadap kemampuan, kebolehan dan segala keterbatasan manusia, sehingga manusia dapat berkarya secara optimal tanpa pengaruh buruk dari pekerjaannya. Dari sudut pandang ergonomi, antara tuntutan tugas dengan kapasitas kerja harus selalu dalam garis keseimbangan sehingga dicapai performansi kerja yang tinggi. Dalam kata lain, tuntutan tugas

pekerjaan tidak boleh terlalu rendah (underload) dan juga tidak boleh terlalu berlebihan (overload). Karena keduanya, baik underload maupun overload akan menyebabkan stress. Konsep keseimbangan antara kapasitas kerja dengan tuntutan tugas tersebut dapat diilustrasikan seperti pada gambar 1.

Gambar 1.1
Konsep Dasar dalam Ergonomi (Sumber: Manuaba, 2000).

- **Kemampuan Kerja**. Kemampuan seseorang sangat ditentukan oleh:
  1. Personal Capacity (Karakteristik Pribadi); meliputi faktor usia, jenis kelamin, antropometri, pendidikan, pengalaman, status sosial, agama dan kepercayaan, status kesehatan, kesegaran tubuh, dsb.
  2. Physiological capacity (Kemampuan fisiologis); meliputi kemampuan dan daya tahan cardio-vaskuler, syaraf otot, panca indera, dsb.
  3. Psycological Capacity (Kemampuan psikologis); berhubungan dengan kemampuan mental, waktu reaksi, kemampuan adaptasi, stabilitas emosi, dsb.
  4. Biomechanical Capacity (kemampuan Bio-mekanik) berkaitan dengan kemampuan dan daya tahan sendi dan persendian, tendon dan jalinan tulang.
- **Tuntutan Tugas**. Tuntutan tugas pekerjaan/aktivitas tergantung pada:
  1. Task and material Characteristics (karakteristik tugas dan material); ditentukan oleh karakteristik peralatan dan mesin, tipe, kecepatan dan irama kerja, dsb.
  2. Organization Characteristics; berhubungan dengan jam kerja dan jam istirahat, kerja malam dan bergilir, cuti dan libur, manajemen, dsb.

3. Environmental Characteristics; berkaitan dengan manusia teman setugas, suhu dan kelembaban, bising dan getaran, penerangan, sosio-budaya, tabu, norma, adat dan kebiasaan, bahan-bahan pencemar, dsb.

- **Performansi.** Permormansi atau tampilan seseorang sangat tergantung kepada rasio dari besarnya tuntutan tugas dengan besarnya kemampuan yang bersangkutan. Dengan demikian, apabila:
  1. Bila rasio tuntutan tugas lebih besar daripada kemampuan seseorang atau kapasitas kerjanya, maka akan terjadi penampilan akhir berupa: ketidaknyamanan, "*Overstress*", kelelahan, kecelakaan, cedera, rasa sakit, penyakit, dan tidak produktif.
  2. Sebaliknya, bila tuntutan tugas lebih rendah daripada kemampuan seseorang atau kapasitas kerjanya, maka akan terjadi penampilan akhir berupa: "*understress*", kebosanan, kejemuan, kelesuan, sakit dan tidak produktif
  3. Agar penampilan menjadi optimal maka perlu adanya keseimbangan dinamis antara tuntutan tugas dengan kemampuan yang dimiliki sehingga tercapai kondisi dan lingkungan yang sehat, aman, nyaman dan produktif.

1.4 Kapasitas Kerja

Untuk mencapai tujuan ergonomi seperti yang telah dikemukan, maka perlu keserasian antara pekerja dan pekerjaannya, sehingga manusia pekerja dapat bekerja sesuai dengan kemampuan, kebolehan dan keterbatasannya. Secara umum kemampuan, kebolehan dan keterbatasan manusia ditentukan oleh berbagai faktor yaitu: umur, jenis kelamin, ras, antropometri, status kesehatan, gizi, kesegaran jasmani, pendidikan, keterampilan, budaya, tingkah laku, kebiasaan, dan kemampuan beradaptasi (Manuaba, 1998).

1) Umur

Umur seseorang berbanding langsung dengan kapasitas fisik sampai batas tertentu dan mencapai puncaknya pada umur 25 th. Pada umur 50 - 60 th kekuatan otot menurun sebesar 25%, kemampuan sensoris-motoris menurun sebanyak 60%. Selanjutnya kemampuan kerja fisik seseorang yang berumur > 60 th tinggal mencapai 50% dari umur orang yang berumur 25 th. Bertambahnya umur akan diikuti penurunan; VO2 max, tajam penglihatan, pendengaran, kecepatan membedakan sesuatu, membuat keputusan dan kemampuan mengingat jangka pendek. Dengan demikian pengaruh umur harus selalu dijadikan pertimbangan dalam memberikan pekerjaan pada seseorang (Astrand & Rodahl, 1977, Gradjean, 1993, Genaidy, 1996 dan Konz, 1996).

2) Jenis Kelamin

Secara umum wanita hanya mempunyai kekuatan fisik 2/3 dari kemampuan fisik atau kekuatan otot laki-laki, tetapi dalam hal tertentu wanita lebih teliti dari laki-laki. Menurut Konz (1996) untuk kerja fisik wanita mempunyai VO2 max 15-30% lebih rendah dari laki-laki. Kondisi tersebut menyebabkan persentase lemak tubuh wanita lebih tinggi dan kadar Hb darah lebih rendah daripada laki-laki. Wa-

ters & Bhattacharya (1996) menjelaskan bahwa wanita mempunyai maksimum tenaga aerobik sebesar 2,4 L/menit, sedangkan pada laki-laki sedikit lebih tinggi yaitu 3,0 L/menit. Di samping itu, menurut Priatna (1990) bahwa seorang wanita lebih tahan terhadap suhu dingin daripada suhu panas. Hal tersebut disebabkan karena tubuh seorang wanita mempunyai jaringan dengan daya konduksi yang lebih tinggi terhadap panas bila dibandingkan dengan laki-laki. Akibatnya pekerja wanita akan memberikan lebih banyak reaksi perifer bila bekerja pada cuaca panas. Dari uraian tersebut jelas bahwa, untuk mendapatkan daya kerja yang tinggi, maka harus diusahakan pembagian tugas antara pria/wanita sesuai dengan kemampuan, kebolehan dan keterbatasan masing-masing.

3) Antropometri

Data antropometri sangat penting dalam menentukan alat dan cara mengoperasikannya. Kesesuaian hubungan antara antropometri pekerja dengan alat yang digunakan sangat berpengaruh pada sikap kerja, tingkat kelelahan, kemampuan kerja dan produktivitas kerja. Antropometri juga menentukan dalam seleksi penerimaan tenaga kerja, misalnya orang gemuk tidak cocok untuk pekerjaan di tempat suhu tinggi, pekerjaan yang memerlukan kelincahan, dll. Menurut Pulat (1992), data antropometri dapat digunakan untuk mendesain pakaian, tempat kerja, lingkungan kerja, mesin, alat dan sarana kerja serta produk-produk untuk konsumen.

4) Status kesehatan dan nutrisi.

Status kesehatan dan nutrisi atau keadaan gizi berhubungan erat satu sama lainnya dan berpengaruh pada produktivitas dan effisiensi kerja. Dalam melakukan pekerjaan tubuh memerlukan energi, apabila kekurangan baik secara kuantitatif maupun kualitatif kapasitas kerja akan terganggu. Perlu keseimbangan antara intake energi dan output yang harus dikeluarkan. Nutrisi yang adekuat saja tidak cukup, tetapi diperlukan adanya tubuh yang sehat agar nutrisi dapat dicerna dan didistribusikan oleh organ tubuh. Menurut Suma'mur (1982) dan Grandjean (1993) bahwa selain jumlah kalori yang tepat, penyebaran persedian kalori selama bekerja adalah sangat penting. Sebagai contoh adalah pemberian snack atau makanan ringan dan teh manis setiap 1,5-2 jam setelah kerja terbukti dapat meningkatkan produktivitas kerja dibandingkan dengan hanya diberikan sekali makan siang pada saat jam istirahat.

5) Kesegaran Jasmani

Hairy (1989) dan Hopkins (2002) menyatakan bahwa kesegaran jasmani adalah suatu kesanggupan atau kemampuan dari tubuh manusia untuk melakukan penyesuaian atau adaptasi terhadap beban fisik yang dihadapi tanpa menimbulkan kelelahan yang berarti dan masih memiliki kapasitas cadangan untuk melakukan aktivitas berikutnya. Selanjutnya Nala (2001) mengatakan bahwa komponen kesegaran jasmani yang disebut biomotorik meliputi 10 komponen utama, yaitu : kekuatan, daya tahan, kecepatan, kelincahan, kelentukan, keseimbangan, kekuatan, koordinasi, ketepatan dan waktu reaksi. Dalam setiap aktivitas pekerjaan, maka

setiap tenaga kerja dituntut untuk memiliki kesegaran jasmani yang baik sehingga tidak merasa cepat lelah dan performansi kerja tetap stabil untuk waktu yang cukup lama.

6) Kemampuan Kerja Fisik

Kemampuan kerja fisik adalah suatu kemampuan fungsional seseorang untuk mampu melakukan pekerjaan tertentu yang memerlukan aktivitas otot pada periode waktu tertentu. Lamanya waktu aktivitas dapat bervariasi antara beberapa detik (untuk pekerjaan yang memerlukan kekuatan) sampai beberapa jam (untuk pekerjaan yang memerlukan ketahanan). Menurut Hairy (1989) dan Genaidy (1996) bahwa komponen kemampuan kerja fisik dan kesegaran jasmani seseorang ditentukan oleh kekuatan otot, ketahanan otot dan ketahanan kardiovaskuler.

- **Kekuatan otot.** Kekuatan otot adalah tenaga maksimum yang digunakan oleh suatu group otot di bawah kondisi yang ditetapkan. Kekuatan otot biasanya ditentukan setelah beberapa putaran kerja (10). Terdapat 2 macam kekuatan otot yaitu kekuatan otot statis dan dinamis. Kekuatan otot statis tidak termasuk beberapa gerakan selama pengerahan tenaga fisik. Kekuatan otot statis juga dikenal sebagai kontraksi volunter maksimum atau kekuatan isometik yaitu tenaga maksimum yang digunakan untuk suatu group otot setelah percobaan tunggal (single trial). Sedangkan kekuatan otot dinamis memerlukan pengerahan selama proses gerakan. Kekuatan otot dinamis adalah beban maksimum yang dapat ditangani oleh seseorang tepat waktu atau beberapa kali tanpa istirahat di antara repetisi (contoh: 10 repetisi) untuk pekerjaan yang diinginkan (Genaidy, 1996). Menurut Suharno (1993) dan Nala (2001) bahwa kekuatan otot merupakan kemampuan otot-otot skeletal atau otot rangka untuk melakukan kontraksi atau tegangan maksimal dalam menerima beban, menahan atau memindahkan beban sewaktu melakukan aktivitas atau pekerjaan. Pada umumya komponen kekuatan otot ini dapat diukur dengan menggunakan alat seperti dinamometer. Dengan demikian jelas bahwa kekuatan otot sangat menentukan penampilan seseorang dalam setiap aktivitas pekerjaan yang dilakukan.
- **Ketahanan otot.** Ketahanan otot adalah kemampuan spesifik grup otot untuk terus dapat melakukan pekerjaan sampai seseorang tidak mampu lagi untuk mempertahankan pekerjaannya. Ketahanan otot dapat diukur dalam waktu bertahan (maksimum lamanya waktu selama seseorang mampu mempertahankan suatu beban kerja secara terus menerus). Daya tahan otot pada prinsipnya dapat dilatih dan dikembangkan sejak usia dini sampai usia 20 tahun. Daya tahan otot mencapai kemampuan maksimum pada usia 25-30 tahun (Konz, 1996).
- **Ketahanan kardiovaskuler**. Ketahanan kardiovaskuler adalah suatu pengukuran kemampuan sistem kardiovaskuler dengan melakukan pekerjaan secara terus menerus sampai terjadi kelelahan. Ketahanan kardiovaskuler

dapat ditentukan dengan beban maksimum dan sub-maksimum. Untuk beban maksimum, ketahanan kardiovaskuler diketahui sebagai konsumsi O_2 Max (VO_2 max) atau tenaga aerobik maksimum. VO_2 max adalah jumlah maksimum oksigen yang seseorang dapatkan selama kerja fisik sambil menghirup udara (Astrand & Rodahl, 1977). Menurut Nala (2001) bahwa ketahanan kardiovaskuler adalah suatu kemampuan tubuh untuk bekerja dalam waktu lama tanpa kelelahan setelah menyelesaikan pekerjaan tersebut. Ketahanan kardiovaskuler umumnya diartikan sebagai ketahanan terhadap kelelahan dan kemampuan pemulihan setelah mengalami kelelahan. Ketahanan kardiovaskuler yang tinggi dapat mempertahankan performansi atau penampilan dalam jangka waktu yang relatif lama secara terus menerus.

1.5 Kepustakaan

Annis, J.F. & McConville, J.T. 1996. Anthropometry. Dalam: Battacharya, A. & McGlothlin, J.D. eds. *Occupational Ergonomic*. Marcel Dekker Inc. USA: 1-46.

Astrand, P.O. & Rodahl, K. 1977. *Textbook of Work Physiology-Physiological Bases of Exercise*, 2nd edt. McGraw-Hill Book Company. USA.

Corlett, E.N. & Clark, T.S. 1995. *The Ergonomics of Workspaces and Machines. A Design Manual. 2nd edt. Taylor & Francis*. Great Britain.

Geinady, A.M. 1996. Physical Work Capacity. Dalam: Battacharya, A. & McGlothlin, J.D. eds. *Occupational Ergonomic*. Marcel Dekker Inc. USA: 219-232.

Grandjean, E. 1993. *Fitting the Task to the Man*, 4th edt. Taylor & Francis Inc. London.

Hairy, J., 1989. Fisiologi Olahraga Jilid 1. Jakarta: Depdikbud, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi.

Hopkins 2002. Fitness Fundamentals- Duidelines for Personal Exercise Programs. Developed by the President's Council on Physical Fitness and Sports.

Konz, S. 1996. Physiology of Body Movement. Dalam: Battacharya, A. & McGlothlin, J.D. eds. *Occupational Ergonomic*. Marcel Dekker Inc. USA:47-61.

Manuaba, A. 1998. Bunga Rampai Ergonomi volume 1, Kumpulan Artikel, Universitas Udayana. Denpasar

Manuaba, A.2000. Ergonomi, Kesehatan dan Keselamatan Kerja. Editor: Sritomo Wignyosubroto dan Stefanus Eko Wiranto. Proceeding Seminar Nasional Ergonomi 2000, Guna Wijaya, Surabaya: 1 - 4.

Nala, 2001. Prinsip Pelatihan Fisik Olahraga. Denpasar. Prorgam Pascasarjana Program Studi Fisiologi Olahraga, Program Pasca Sarjana UNUD.

Pheasant, S. 1988. Body Space. Anthropometry, Ergonomics and Design, Taylor & Francis. London.

Priatna, B.L. 1990. Pengaruh Cuaca Kerja Terhadap Berat Badan. Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja. Jakarta. Vol XXIII (3):39-49.

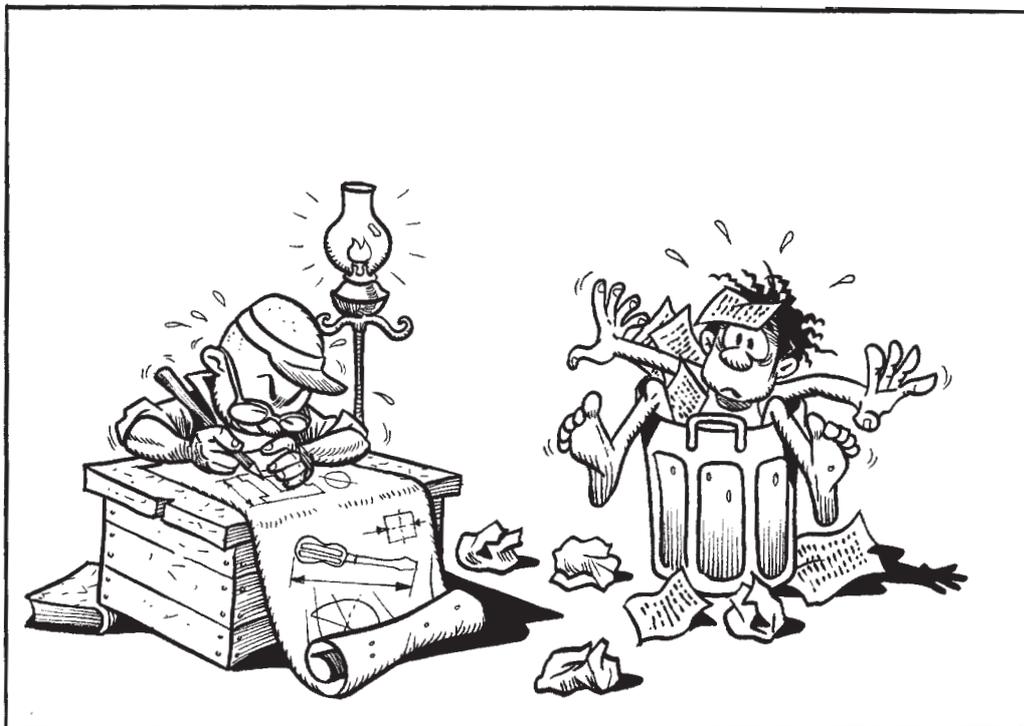
Pulat, B.M. 1992. F*undamentals of Industrial Ergonomics*. Hall International. Englewood Cliffs. New Jersey. USA.

Suharno,H.P., 1986. Ilmu Kepelatihan Olahraga. Buku pedoman ilmu kepelatihan olahraga. IKIP,Yogyakarta.

Suma'mur, P.K. 1982. *Ergonomi Untuk Produktivitas Kerja*. Yayasan Swabhawa Karya. Jakarta.

Water, T.R. & Bhattacharya, A. 1996. Physiological Aspects of Neuromuscular Function. Dalam: Battacharya, A. & McGlothlin, J.D. eds. *Occupational Ergonomic*. Marcel Dekker Inc, USA:.63-76.

BAB 2

Desain Stasiun Kerja

Salah satu definisi ergonomi yang menitik beratkan pada penyesuaian desain terhadap manusia adalah dikemukakan oleh Annis & McConville (1996) dan Manuaba (1999). Mereka menyatakan bahwa ergonomi adalah kemampuan untuk menerapkan informasi menurut karakter manusia, kapasitas dan keterbatasannya terhadap desain pekerjaan, mesin dan sistemnya, ruangan kerja dan lingkungan sehingga manusia dapat hidup dan bekerja secara sehat, aman, nyaman dan efisien. Sedangkan Pulat (1992) menawarkan konsep desain produk untuk mendukung efisiensi dan keselamatan dalam penggunaan desain produk. Konsep tersebut adalah desain untuk reliabilitas, kenyamanan, lamanya waktu pemakaian, kemudahan dalam pemakaian, dan efisien dalam pemakaian. Selanjutnya agar setiap desain produk dapat memenuhi keinginan pemakainya maka harus dilakukan melalui beberapa pendekatan sebagai berikut:

1. Mengetahui kebutuhan pemakai. Kebutuhan pemakai dapat didefinisikan berdasarkan kebutuhan dan orientasi pasar, wawancara langsung dengan pemakai produk yang potensial dan menggunakan pengalaman pribadi.
2. Fungsi produk secara detail. Fungsi spesifik produk yang dapat memuaskan pemakai harus dijelaskan secara detail melalui daftar item masing-masing fungsi produk.
3. Melakukan analisis pada tugas-tugas desain produk.
4. Mengembangkan produk.
5. Melakukan uji terhadap pemakai produk.

Lebih lanjut, suatu desain produk disebut ergonomis apabila secara antropometris, faal, biomekanik dan psikologis kompatibel dengan manusia pemakainya. Di dalam mendesain suatu produk maka harus berorientasi pada production friendly, distribution friendly, installation friendly, operation friendly dan maintenance friendly. Di samping hal-hal tersebut di atas di dalam mendesain suatu produk yang sangat penting untuk diperhatikan adalah suatu desain yang berpusat

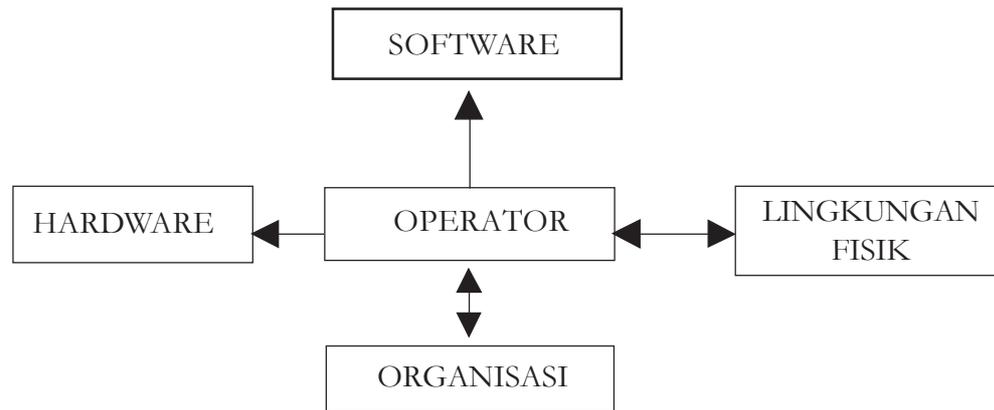
pada manusia pemakainya atau human centered design (Sutalaksana, 1999). Hal tersebut dimaksudkan agar setiap desain produk baik secara fungsi, teknis-teknologis, ekonomis, estetis maupun secara ergonomis sesuai dengan kebutuhan pemakainya.

2.1 Pendekatan Dalam Desain Stasiun Kerja

Secara umum baik dalam memodifikasi atau meredesain stasiun kerja yang sudah ada maupun mendesain stasiun kerja baru, para perancang sering dibatasi oleh faktor finansial maupu teknologi seperti, keleluasaan modifikasi, ketersediaan ruangan, lingkungan, ukuran frekuensi alat yang digunakan, kesinambungan pekerjaan dan populasi yang menjadi target. Dengan demikian desain dan redesain harus selalu berkompromi antara kebutuhan biologis operator dengan kebutuhan stasiun kerja fisik baik ukuran maupun fungsi alat dalam stasiun kerja. Kompromi untuk kesesuaian tersebut perlu mempertimbangkan antropometri dan lokasi elemen mesin terhadap posisi kerja, jangkauan, pandangan, ruang gerak dan interface antara tubuh operator dengan mesin. Di samping itu, teknik dalam mendesain stasiun kerja harus mulai dengan identifikasi variabilitas populasi pemakai yang didasarkan pada faktor-faktor seperti etnik, jenis kelamin, umur dll.

Menurut Das and Sengupta (1993) pendekatan secara sistemik untuk menentukan dimensi stasiun kerja dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:.

1. Mengidentifikasi variabilitas populasi pemakai yang didasarkan pada etnik, jenis kelamin dan umur.
2. Mendapatkan data antropometri yang relevan dengan populasi pemakai.
3. Dalam pengukuran antropometri perlu mempertimbangkan pakaian, sepatu dan posisi normal.
4. Menentukan kisaran ketinggian dari pekerjaan utama. Penyediaan kursi dan meja kerja yang dapat distel, sehingga operator dimungkinkan bekerja dengan sikap duduk maupun berdiri secara bergantian.
5. Tata letak dari alat-alat tangan, kontrol harus dalam kisaran jangkauan optimum.
6. Menempatkan displai yang tepat sehingga operator dapat melihat objek dengan pandangan yang tepat dan nyaman.
7. Review terhadap desain stasiun kerja secara berkala.

Setiap sistem kerja mengandung beberapa atau seluruh komponen kerja, masing-masing saling berinteraksi dengan yang lain. Menurut Corlett and Clark (1995) bahwa ergonomi baik sebagai ilmu maupun teknologi selalu konsen dengan interface dan interaksi antara operator dengan komponen-komponen kerja, serta konsen terhadap pengaruh dari interaksi pada performansi sistem kerja. Secara bagan hubungan atau interaksi antara operator dengan komponen kerja dapat dilihat pada gambar 2.1

Gambar 2.1
Interaksi Dalam Sistem Kerja (Sumber: Corlett & Clark, 1995)

Tabel 2.1 Komponen Dalam Sistem Kerja

Komponen	Area Desain	Pertimbangan
Hardware	Desain dan tata letak komponen	Proses, peralatan, akses
Operator	Karakteristik Fisik Kecakapan	Karakteristik tubuh, kekuatan, kapasitas kerja, postur tubuh, kelelahan, dan ketahanan
	Penerima informasi dan proses	Panca indera (penglihatan, pendengaran dll), perhatian, daya ingat dll.
	Karakteristik individu dan sosial	Umur, jenis kelamin, latar belakang budaya, suku, keterampilan, training, motivasi, kepuasan kerja dan interes, kejenuhan, perilaku dll.
Software	Performansi bebas kesalahan	Standar operasi, buku penuntun, simbol dll.
Lingkungan	Performansi yang aman dan selamat	Iklim kerja, kebisingan, penerangan, vibrasi mekanik, ventilasi dll.
Organisasi	Organisasi personalia/produksi	Waktu kerja- istirahat, rotasi kerja, kerja bergilir, interes, kepuasan, tanggungjawab, interaksi sosial, dll.

Sumber: Corlett and Clark (1995). The Ergonomics of Workspaces and Machines- A Design Manual.

2.2 Pertimbangan Antropometri Dalam Desain

Setiap desain produk, baik produk yang sederhana maupun produk yang sangat komplek, harus berpedoman kepada antropometri pemakainya. Menurut Sanders & McCormick (1987); Pheasant (1988) dan Pulat (1992) bahwa antropometri adalah pengukuran dimensi tubuh atau karakteristik fisik tubuh lainnya yang relevan dengan desain tentang sesuatu yang dipakai orang. Selanjutnya Annis & McConville (1996) membagi aplikasi ergonomi dalam kaitannya dengan antropometri menjadi dua devisi utama yaitu:

- ✧ Pertama, ergonomi berhadapan dengan tenaga kerja, mesin beserta sarana pendukung lainnya dan lingkungan kerja. Tujuan ergonomi dari devisi ini adalah untuk menciptakan kemungkinan situasi terbaik pada pekerjaan sehingga kesehatan fisik dan mental tenaga kerja dapat terus dipelihara serta efisiensi produktivitas dan kualitas produk dapat dihasilkan dengan optimal.
- ✧ Kedua, ergonomi berhadapan dengan karakteristik produk pabrik yang berhubungan dengan konsumen atau pemakai produk.

Dalam menentukan ukuran stasiun kerja, alat kerja dan produk pendukung lainnya, data antropometri tenaga kerja memegang peranan penting. Menurut Sutarman (1972), bahwa dengan mengetahui ukuran antropometri tenaga kerja akan dapat dibuat suatu desain alat-alat kerja yang sepadan bagi tenaga kerja yang akan menggunakan, dengan harapan dapat menciptakan kenyamanan, kesehatan, keselamatan dan estetika kerja. Lebih lanjut MacLeod (1995) menjelaskan bahwa faktor manusia harus selalu diperhitungkan dalam setiap desain produk dan stasiun kerja. Hal tersebut didasarkan atas pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

1. Manusia adalah berbeda satu sama lainnya. Setiap manusia mempunyai bentuk dan ukuran tubuh yang berbeda-beda seperti tinggi-pendek, tua-muda, kurus-gemuk, normal-cacat dll. Tetapi kita sering hanya mengatur atau mendesain stasiun kerja dengan satu ukuran untuk semua orang. Sehingga hanya orang dengan ukuran tubuh tertentu yang sesuai atau tepat untuk menggunakan.

   Contoh 1: *Orang tua mungkin tidak sekuat dan sesehat, secerdas atau setajam orang yang lebih muda. Kita sadar bahwa orang tua mempunyai banyak pengalaman dan kemampuan, tetapi kita jarang memperhitungkan mereka saat mendesain alat atau stasiun kerja, sehingga mereka tidak dapat bekerja secara optimal.*

   Contoh 2: *Tinggi meja kerja yang didesain hanya berdasarkan rata-rata tinggi tenaga kerja, maka orang yang pendek akan selalu mengangkat bahu dan leher, sedangkan orang yang tinggi akan membungkukkan punggung waktu kerja pada ketinggian meja yang sama.*

2. Manusia mempunyai keterbatasan. Manusia sering mempunyai keterbatasan baik fisik maupun mental.

   Contoh 1: ***Keterbatasan fisik**: Letak tombol-tombol operasional dan kontrol panel pada mesin yang didesain berdasarkan ukuran panjang jangkauan orang*

tertinggi (seperti orang Eropa dan Amerika), maka orang yang lebih pendek (seperti orang Asia termasuk Indonesia) tidak dapat menjangkau kontrol panel tersebut dengan alamiah, sehingga menyebabkan sikap paksa dan mungkin dapat menyebabkan kesalahan operasi.

Contoh 2: ***Keterbatasan mental**: Kemampuan manusia dalam proses informasi juga sering mengalami pembebanan berlebih. Sehingga kesalahan dan keputusan yang tidak benar sering terjadi saat keterbatasan manusia terlampaui.*

3. Manusia selalu mempunyai harapan tertentu dan prediksi terhadap apa yang ada di sekitarnya. Dalam kehidupan sehari-hari kita sudah terbiasa dengan kondisi seperti, warna merah berarti larangan atau berhenti, warna hijau berarti aman atau jalan, sakelar lampu kebawah berarti hidup, dll. Kondisi tersebut menyebabkan harapan dan prediksi kita bahwa kondisi tersebut juga berlaku di mana saja. Maka respon yang bersifat harapan dan prediksi tersebut harus selalu dipertimbangkan dalam setiap desain alat dan stasiun kerja untuk menghindarkan terjadinya kesalahan dan kebingungan pekerja atau pengguna produk.

Dengan demikian maka dalam setiap desain peralatan dan stasiun kerja, keterbatasan manusia harus selalu diperhitungkan, di samping kemampuan dan kebolehannya. Mengingat bahwa setiap manusia berbeda satu dengan yang lainnya, maka aplikasi data antropometri dalam desain produk dapat meliputi; desain untuk orang ekstrim (data terkecil atau terbesar); desain untuk orang per orang, desain untuk kisaran yang dapat diatur *(adjustable range)* dengan menggunakan persentil-5 dan persentil-95 dari populasi dan desain untuk ukuran rerata dengan menggunakan data persentil-50 (Sanders & McCormick, 1987). Namun demikian dalam pengumpulan data antropometri yang akan digunakan untuk mendesain suatu produk, harus memperhitungan variabilitas populasi pemakai seperti variabilitas ukuran tubuh secara umum, variasi jenis kelamin, variasi umur dan variasi ras atau etnik.

Di samping pertimbangan variabilitas populasi, ternyata ukuran tubuh manusia dari waktu ke waktu terus mengalami perkembangan. Faktor yang mempengaruhi antara lain perbaikan tingkat kemakmuran yang menyebabkan peningkatan status gizi masyarakat. Tarwaka (1995) dalam penelitian tentang perkembangan antropometri tenaga kerja di Bali (n = 630 orang) melaporkan bahwa terdapat perbedaan ukuran tubuh yang signifikan antara tahun 90-an dengan tahun 70-an. Sebagai ilustrasi bahwa antara kedua dekade tersebut ternyata rerata tinggi badan telah mengalami perkembangan sebesar ± 2,46 cm, tinggi siku berdiri sebesar ± 4,88 cm, lebar bahu sebesar ± 6,25 cm. Sedangkan untuk lebar pinggul ternyata lebih kecil sebesar ± 2,41 cm, kemungkinan besar disebabkan karena adanya kecenderungan untuk melangsingkan tubuh sehingga pinggul lebih ramping. Untuk ukuran tinggi siku duduk lebih rendah sebesar ± 1,59 cm, kemungkinan disebabkan karena ukuran lengan atas bertambah panjang sehingga menyebabkan ketinggian siku semakin rendah.

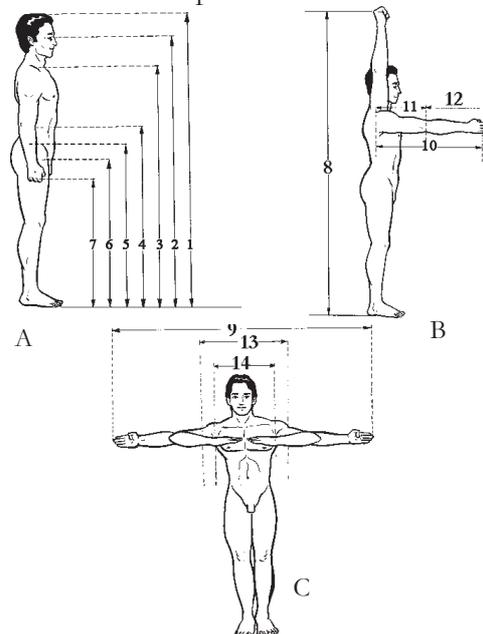
Jenis pengukuran antropometri

Secara umum pengukuran antropometri dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu pengukuran antropometri statis dan antropometri dinamis. Dalam tulisan ini hanya disajikan jenis pengukuran antropometri statis. Pemilihan mata ukur antropometri baik statis maupun dinamis dapat ditentukan berdasarkan fungsi dan kegunaannya (sebagian atau keseluruhan mata ukur antropometri). Alat ukur yang harus digunakan untuk mengukur antropometri adalah antropometer. Pada pengukuran posisi duduk harus disediakan bangku atau kursi dengan ukuran 40 x 40 x 40 cm tanpa sandaran pinggang.

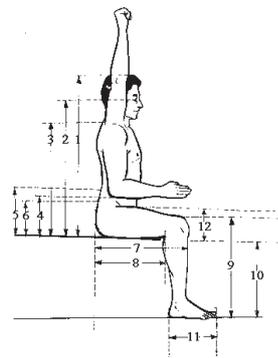
Pengukuran antropometri statis.

Jenis pengukuran ini biasanya dilakukan dalam dua posisi yaitu posisi berdiri dan duduk di kursi. Mata ukur antropometri statis meliputi antara lain:

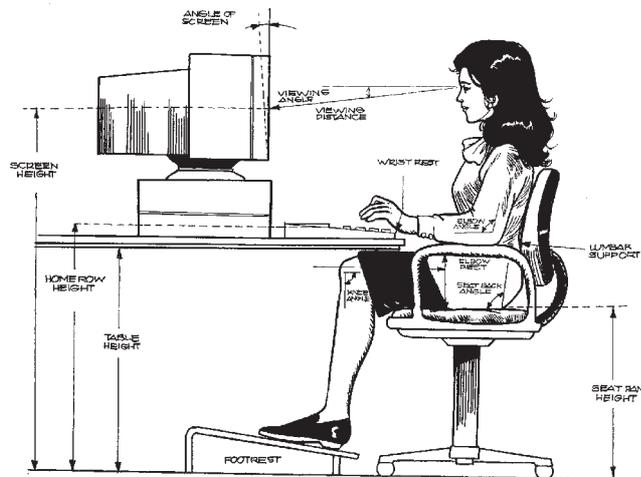
Posisi Berdiri:

1. Tinggi badan
2. Tinggi mata
3. Tinggi bahu
4. Tinggi siku
5. Tinggi pinggang
6. Tinggi tulang pinggul
7. Tinggi kepalan tangan posisi siap
8. Tinggi Jangkauan atas
9. Panjang depa
10. Panjang lengan
11. Panjang lengan atas
12. Panjang lengan bawah
13. Lebar bahu
14. Lebar dada

Gambar 2.2 A, B, C Pengukuran Antropometri Posisi Berdiri (Sumber : Pheasant, 1988 Body Space)

Posisi Duduk:

1. Tinggi kepala
2. Tinggi mata
3. Tinggi bahu
4. Tinggi siku
5. Tinggi pinggang
6. Tinggi tulang pinggul
7. Panjang butoock-lutut
8. Panjang buttock-popliteal (lekuk lutut)
9. Tinggi telapak kaki-lutut
10. Tinggi telapak kaki-popliteal (lekuk lutut)
11. Panjang kaki (tungkai-ujung jari kaki)
12. Tebal paha dll.

Gambar 2.3 Pengukuran Antropometri Posisi Duduk (Sumber: Pheasant, 1988, Body Space)

2.3 Desain Stasiun Kerja dan Sikap Kerja Duduk

Posisi tubuh dalam kerja sangat ditentukan oleh jenis pekerjaan yang dilakukan. Masing-masing posisi kerja mempunyai pengaruh yang berbeda-beda terhadap tubuh. Grandjean (1993) berpendapat bahwa bekerja dengan posisi duduk mempunyai keuntungan antara lain; pembebanan pada kaki; pemakaian energi dan keperluan untuk sirkulasi darah dapat dikurangi.

Gambar 2.4
Stasiun Kerja untuk Sikap Kerja Duduk
(Sumber: Helander, 1995. A Guide to the Ergonomics of Manufacturing)

Namun demikian kerja dengan sikap duduk terlalu lama dapat menyebabkan otot perut melembek dan tulang belakang akan melengkung sehingga cepat lelah. Sedangkan Clark (1996), menyatakan bahwa desain stasiun kerja dengan posisi duduk mempunyai derajat stabilitas tubuh yang tinggi; mengurangi kelelahan dan keluhan subjektif bila bekerja lebih dari 2 jam. Di samping itu tenaga kerja juga dapat mengendalikan kaki untuk melakukan gerakan. Contoh desain stasiun kerja untuk sikap kerja duduk dapat diilustrasikan seperi gambar 2.4

Mengingat posisi duduk mempunyai keuntungan maupun kerugian, maka untuk mendapatkan hasil kerja yang lebih baik tanpa pengaruh buruk pada tubuh, perlu dipertimbangkan pada jenis pekerjaan apa saja yang sesuai dilakukan dengan posisi duduk. Untuk maksud tersebut, Pulat (1992) memberikan pertimbangan tentang pekerjaan yang paling baik dilakukan dengan posisi duduk adalah sebagai berikut:

1) pekerjaan yang memerlukan kontrol dengan teliti pada kaki;
2) pekerjaan utama adalah menulis atau memerlukan ketelitian pada tangan;
3) tidak diperlukan tenaga dorong yang besar;
4) objek yang dipegang tidak memerlukan tangan bekerja pada ketinggian lebih dari 15 cm dari landasan kerja;
5) diperlukan tingkat kestabilan tubuh yang tinggi;
6) pekerjaan dilakukan pada waktu yang lama; dan
7) seluruh objek yang dikerjakan atau disuplai masih dalam jangkauan dengan posisi duduk.

Pada pekerjaan yang dilakukan dengan posisi duduk, tempat duduk yang dipakai harus memungkinkan untuk melakukan variasi perubahan posisi. Ukuran tempat duduk disesuaikan dengan dimensi ukuran antropometri pemakainya. Fleksi lutut membentuk sudut 90° dengan telapak kaki bertumpu pada lantai atau injakan kaki (Pheasant, 1988). Jika landasan kerja terlalu rendah, tulang belakang akan membungkuk ke depan, dan jika terlalu tinggi bahu akan terangkat dari posisi rileks, sehingga menyebabkan bahu dan leher menjadi tidak nyaman. Sanders & McCormick (1987) memberikan pedoman untuk mengatur ketinggian landasan kerja pada posisi duduk sebagai berikut:

1) jika memungkinkan menyediakan meja yang dapat diatur turun dan naik;
2) landasan kerja harus memungkinkan lengan menggantung pada posisi rileks dari bahu, dengan lengan bawah mendekati posisi horizontal atau sedikit menurun (sloping down slightly); dan
3) ketinggian landasan kerja tidak memerlukan fleksi tulang belakang yang berlebihan.

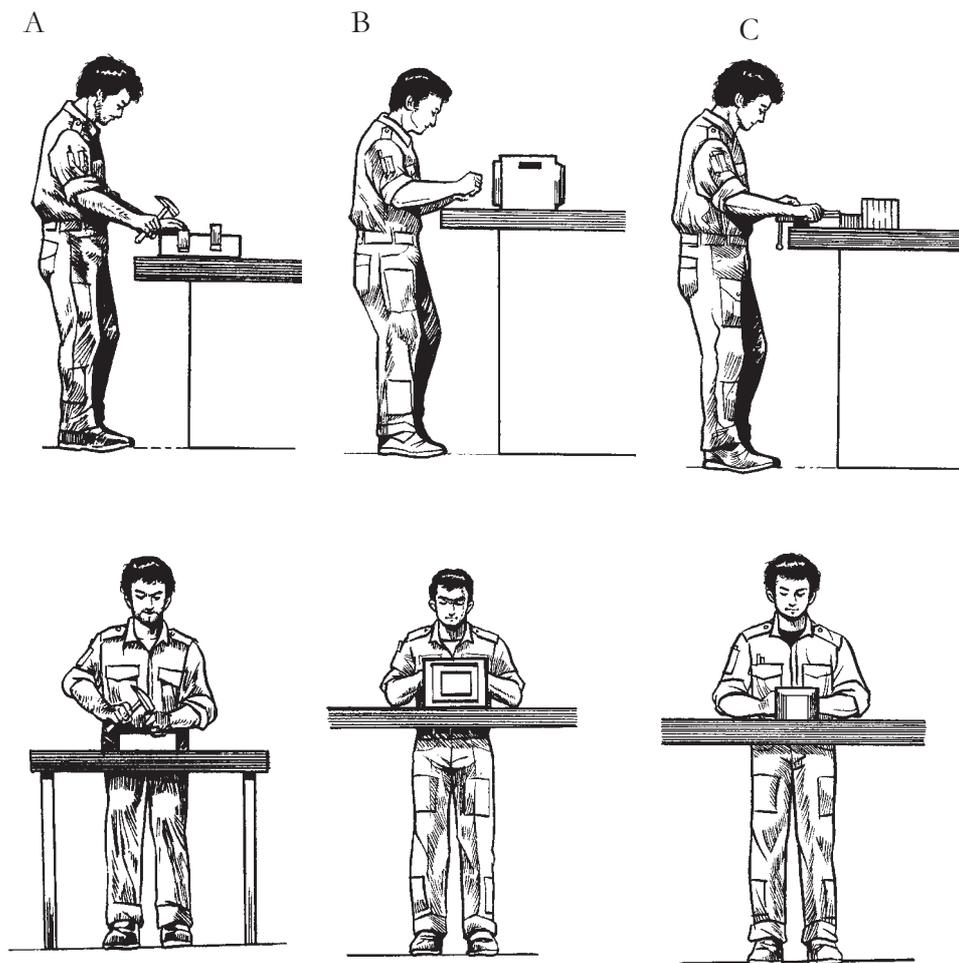
2.4 Desain Stasiun Kerja dan Sikap Kerja Berdiri

Selain posisi kerja duduk, posisi berdiri juga banyak ditemukan di perusahaan. Seperti halnya posisi duduk, posisi kerja berdiri juga mempunyai keuntungan maupun kerugian. Menurut Sutalaksana (2000), bahwa sikap berdiri merupakan sikap siaga baik fisik maupun mental, sehingga aktivitas kerja yang dilakukan lebih cepat, kuat dan teliti. Namun demikian mengubah posisi duduk ke berdiri dengan masih menggunakan alat kerja yang sama akan melelahkan. Pada dasarnya berdiri itu sendiri lebih melelahkan daripada duduk dan energi yang dikeluarkan untuk berdiri lebih banyak 10 -15% dibandingkan dengan duduk.

Pada desain stasiun kerja berdiri, apabila tenaga kerja harus bekerja untuk periode yang lama, maka faktor kelelahan menjadi utama. Untuk meminimalkan pengaruh kelelahan dan keluhan subjektif maka pekerjaan harus didesain agar tidak terlalu banyak menjangkau, membungkuk, atau melakukan gerakan dengan posisi kepala yang tidak alamiah. Untuk maksud tersebut Pulat (1992) dan Clark (1996) memberikan pertimbangan tentang pekerjaan yang paling baik dilakukan dengan posisi berdiri adalah sebagai berikut:

1) tidak tersedia tempat untuk kaki dan lutut;
2) harus memegang objek yang berat (lebih dari 4,5 kg);
3) sering menjangkau ke atas, ke bawah, dan ke samping;
4) sering dilakukan pekerjaan dengan menekan ke bawah; dan
5) di perlukan mobilitas tinggi.

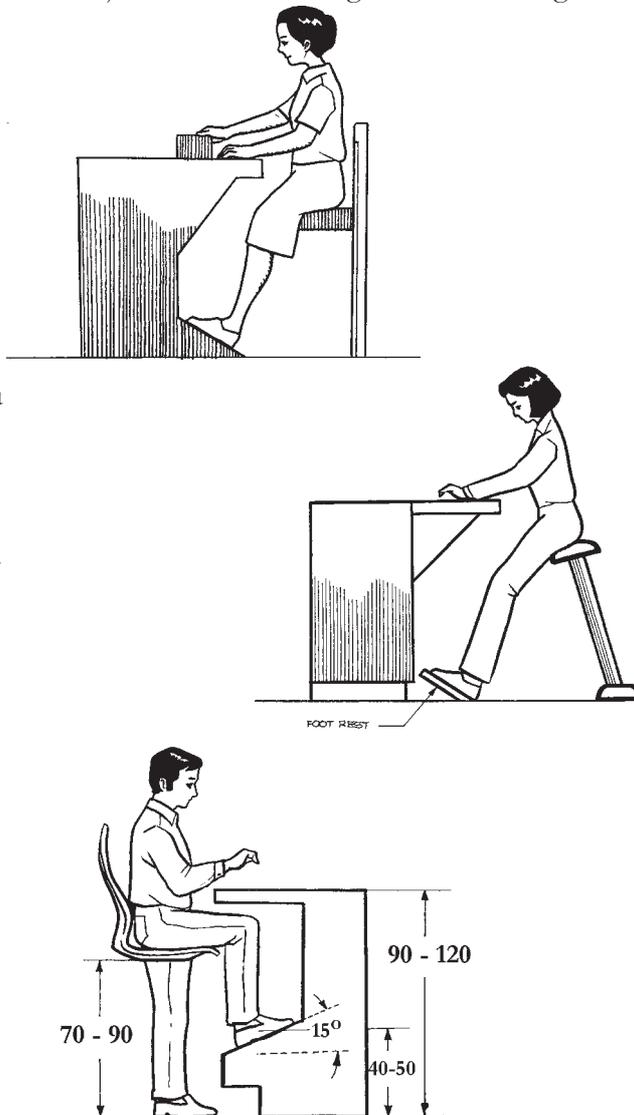
Dalam mendesain ketinggian landasan kerja untuk posisi berdiri, secara prinsip hampir sama dengan desain ketinggian landasan kerja posisi duduk. Manuaba (1986); Sanders & McCormick (1987); Grandjean (1993) memberikan rekomendasi ergonomis tentang ketinggian landasan kerja posisi berdiri didasarkan pada ketinggian siku berdiri sebagai tersebut berikut ini.

1) Untuk pekerjaan memerlukan ketelitian dengan maksud untuk mengurangi pembebanan statis pada otot bagian belakang, tinggi landasan kerja adalah 5-10 cm di atas tinggi siku berdiri.
2) Selama kerja manual, di mana pekerja sering memerlukan ruangan untuk peralatan; material dan kontainer dengan berbagai jenis, tinggi landasan kerja adalah 10-15 cm di bawah tinggi siku berdiri.
3) Untuk pekerjaan yang memerlukan penekanan dengan kuat, tinggi landasan kerja adalah 15-40 cm di bawah tinggi siku berdiri.
   Ketinggian landasan kerja untuk sikap kerja berdiri dapat diilustrasikan seperti gambar 2.5.

Gambar 2.5
Landasan Kerja untuk Sikap Kerja Berdiri. A: Pekerjaan Memerlukan Penekanan B: Pekerjaan Memerlukan Ketelitian; C: Pekerjaan Ringan; (Sumber ilustrasi ; Grandjean, 1993. Fitting the tasks to the Man)

2.5 Desain Stasiun Kerja dan Sikap Kerja Dinamis

Desain stasiun kerja sangat ditentukan oleh jenis dan sifat pekerjaan yang dilakukan. Baik desain stasiun kerja untuk posisi duduk maupun berdiri ke duanya mempunyai keuntungan dan kerugian. Clark (1996) memcoba mengambil keuntungan dari ke dua posisi tersebut dan mengkombinasikan desain stasiun kerja untuk posisi duduk dan berdiri menjadi satu desain dengan batasan sebagai berikut:

1) pekerjaan dilakukan dengan duduk pada suatu saat dan pada saat lainnya dilakukan dengan berdiri saling bergantian;
2) perlu menjangkau sesuatu lebih dari 40 cm ke depan dan atau 15 cm di atas landasan kerja; dan
3) tinggi landasan kerja dengan kisaran antara 90-120 cm, merupakan ketinggian yang paling tepat baik untuk posisi duduk maupun berdiri.

Stasiun kerja untuk sikap kerja dinamis (duduk di suatu saat dan berdiri di saat lainnya) dapat diilustrasikan seperti gambar 2.6

Gambar 2.6
Stasiun Kerja dan Sikap Kerja Dinamis (Duduk di Suatu Saat dan Berdiri atau Duduk-Berdiri pada Saat Lainnya) Sesuai Keinginan Pekerja.(Sumber: Helander, 1995. A Guide to the Ergonomics of Manufacturing)

Sedangkan Das (1991) dan Pulat (1992) menyatakan bahwa posisi duduk-berdiri merupakan posisi terbaik dan lebih dikehendaki daripada hanya posisi duduk saja atau berdiri saja. Hal tersebut disebabkan karena memungkinkan pekerja berganti posisi kerja untuk mengurangi kelelahan otot karena sikap paksa dalam satu posisi kerja.

Helander (1995) dan Tarwaka (1995), memberikan batasan ukuran ketinggian landasan kerja untuk pekerjaan yang memerlukan sedikit penekanan yaitu 15 cm di bawah tinggi siku untuk ke dua posisi kerja. Selanjutnya dibuat kursi tinggi yang menyesuaikan ketinggian landasan kerja posisi berdiri dengan dilengkapi sandaran kaki agar posisi kaki tidak menggantung. Mengingat dimensi ukuran tubuh manusia berbeda-beda, maka desain stasiun kerja harus selalu mempertimbangkan antropometri pemakainya (user oriented). Sedangkan pemilihan posisi kerja harus sesuai dengan jenis pekerjaan yang dilakukan, seperti pada tabel 2.2 di bawah.

Tabel 2.2 Pemilihan Sikap Kerja terhadap Jenis Pekerjaan yang Berbeda-beda

Jenis Pekerjaan	Sikap Kerja yang Dipilih	
	Pilihan pertama	Pilihan kedua
* Mengangkat >5 kg	Berdiri	Duduk - berdiri
* Bekerja dibawah tinggi siku	Berdiri	Duduk - berdiri
* Menjangkau horizontal di luar daerah jangkauan optimum	Berdiri	Duduk - berdiri Duduk - berdiri
* Pekerjaan ringan dengan pergerakan berulang	Duduk	Duduk - berdiri
* Pekerjaan perlu ketelitian	Duduk	Duduk - berdiri
* Inspeksi dan monitoring	Duduk	Duduk - berdiri
* Sering berpindah-pindah	Duduk - berdiri	Berdiri

Sumber: Helander (1995:60). A Guide to the Ergonomics of Manufacturing.

Masih menurut Helander (1995), Posisi duduk-berdiri yang telah banyak dicobakan di industri, ternyata mempunyai keuntungan secara biomekanis di mana tekanan pada tulang belakang dan pinggang 30% lebih rendah di bandingkan dengan posisi duduk maupun berdiri terus menerus. Hal tersebut tentunya dapat dipakai sebagai pertimbangan dalam intervensi ergonomi, sehingga penerapan posisi kerja duduk-berdiri dapat memberikan keuntungan-keuntungan bagi sebagaian besar tenaga kerja.

Dari uraian tersebut di atas dapat ditarik suatu kesimpulan, bahwa suatu desain produk harus berpusat pada pemakainya (human centered). Untuk mendapatkan sikap kerja menyetrika yang lebih dinamis diperlukan desain stasiun kerja setrika yang memungkinkan pekerjaan dapat dilakukan dengan sikap duduk di suatu saat dan sikap berdiri atau duduk-berdiri di saat lainnya.

2.6 Kepustakaan

Annis, J.F. & McConville, J.T. 1996. Anthropometry. Dalam: Battacharya, A. & McGlothlin, J.D. eds. *Occupational Ergonomic*. Marcel Dekker Inc. USA: 1-46.

Clark, D.R. 1996. Workstation Evaluation and Design. Dalam: Battacharya, A. & McGlothlin, J.D. eds. *Occupational Ergonomic*. Marcel Dekker Inc. USA: 279-302.

Corlett, E.N. and Clark, T.S. 1995. *The Ergonomics of Workspaces and Machines- A Design Manual*. Taylor & Francis, 2nd eds. USA

Das, B. 1991. Industrial Work Stasiun and Work Space Design: An Ergonomic Approach. Dalam: Pulat, B.M. & Alexander, D.C. eds. *Industrial Ergonomics*. Industrial Engineering and Management Press. Institute of Industrial Engineers. Noreross Georgia. USA: 115-135.

Das, B and Sengupta, A.K., 1993. A Systemic Approach to Industrial Workstation Design. Dalam: Marras W.S., et al. Eds. *The Ergonomics of Manual Work*. : Taylor & Francis, London-Wasington DC.

Grandjean, E. 1993. *Fitting the Task to the Man*, 4th edt. Taylor & Francis Inc. London.

Helander, M. 1995. *A Guide to the Ergonomics of Manufacturing*. Taylor & Francis. Great Britain: 55-64.

MacLeod, D., 1995. *The Ergonomics Edge*. Van Nostrand reinhold, A Division of International Thomson Publishing Inc. USA.

Manuaba, A. 1986. Penerapan Ergonomi Kesehatan Kerja di Rumah Tangga. Dalam: Pembahasan Teknis Peningkatan Peranan Dharma Wanita dalam Gerakan Keluarga Sehat, Jakarta.

Manuaba, A. 1999. Ergonomi Meningkatkan Kinerja Tenaga Kerja dan Perusahaan. Dalam: *Proceedings Simposium dan Pameran Ergonomi Indonesia 2000*, Tehnology Business Operation Unit IPTN. Bandung: I:1-9.

Pheasant, S. 1988. *Body Space*. Anthropometry, Ergonomics and Design, Taylor & Francis. London.

Pulat, B.M. 1992. *Fundamentals of Industrial Ergonomics*. Hall International. Englewood Cliffs. New Jersey. USA.

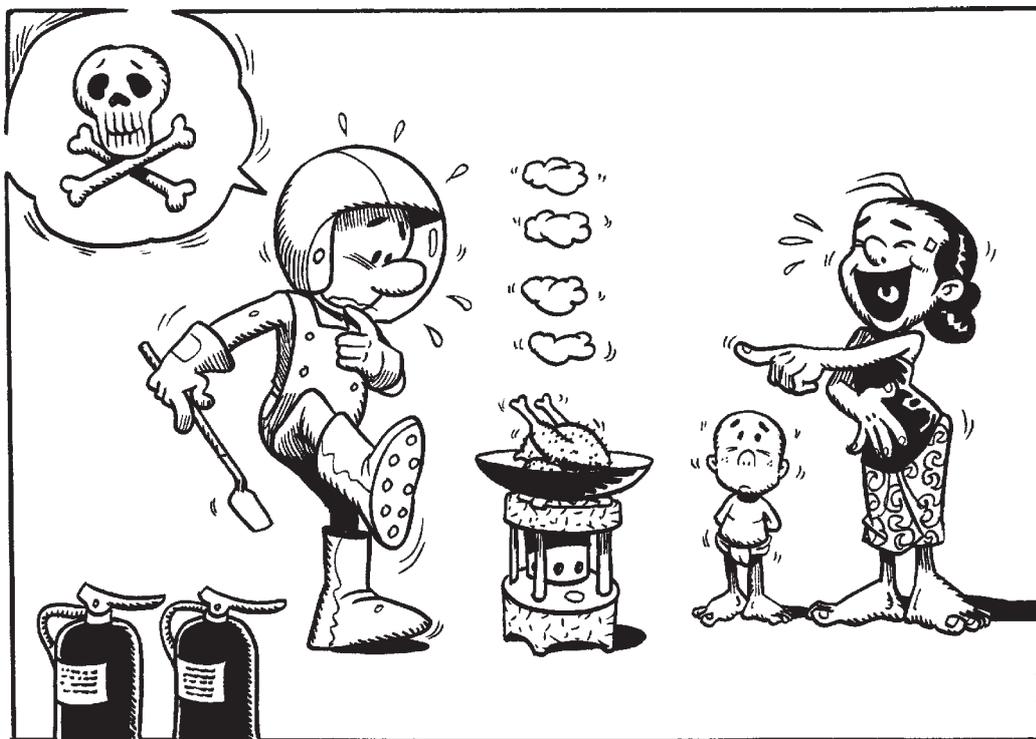
Sanders, M.S. & McCormick, E.J. 1987. *Human Factors In Engineering and Design*, 6th

Sutalaksana, I.Z. 1999. Produk-Produk Ergonomis dan Strategi Mewujudkannya. Dalam: *Proceedings Simposium dan Pameran Ergonomi Indonesia 2000*. Tehnology Business Operation Unit IPTN. Bandung: I:19-24.

Sutalaksana, I.Z. 2000. Duduk, Berdiri dan Ketenagakerjaan Indonesia. Dalam: Wignyosoebrotro, S. & Wiratno, S.E. eds. *Proceedings Seminar Nasional Ergonomi*. PT. Guna Widya. Surabaya: 9-10.

Sutarman 1972. Pengetrapan Ergonomi di Perusahaan. *Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja*, Jakarja: V(1): 19-28.

Tarwaka 1995. Penyerasian Alat Kerja terhadap Perkembangan Antropometri Tenaga Kerja Wanita pada Sektor Industri Pakaian Jadi di Bali. *Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja*. Jakarta: XXVIII(2): 47-55.

BAB 3

Lingkungan Kerja Fisik

Industrialisasi akan selalu diikuti oleh penerapan teknologi tinggi, penggunaan bahan dan peralatan yang semakin kompleks dan rumit. Namun demikian, penerapan teknologi tinggi dan penggunaan bahan dan peralatan yang beraneka ragam dan kompleks tersebut sering tidak diikuti oleh kesiapan SDM-nya. Keterbatasan manusia sering menjadi faktor penentu terjadinya musibah seperti; kecelakan, kebakaran, peledakan, pencemaran lingkungan dan timbulnya penyakit akibat kerja. Kondisi-kondisi tersebut ternyata telah banyak mengakibatkan kerugian jiwa dan material, baik bagi pengusaha, tenaga kerja, pemerintah dan bahkan masyarakat luas. Untuk mencegah dan mengendalikan kerugian-kerugian yang lebih besar, maka diperlukan langkah-langkah tindakan yang mendasar dan prinsip yang dimulai dari tahap perencanaan. Sedangkan tujuannya adalah agar tenaga kerja mampu mencegah dan mengendalikan berbagai dampak negatif yang timbul akibat proses produksi. Sehingga akan tercipta lingkungan kerja yang sehat, nyaman, aman dan produktif.

Di tempat kerja, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi lingkungan kerja seperti; faktor fisik, faktor kimia, faktor biologis dan faktor psikologis. Semua faktor tersebut dapat menimbulkan gangguan terhadap suasana kerja dan berpengaruh terhadap kesehatan dan keselamatan tenaga kerja. Menurut Manuaba (1992a) bahwa lingkungan kerja yang nyaman sangat dibutuhkan oleh pekerja untuk dapat bekerja secara optimal dan produktif. Oleh karena itu lingkungan kerja harus ditangani atau didesain sedemikian rupa sehingga menjadi kondusif terhadap pekerja untuk melaksanakan kegiatan dalam suasana yang aman dan nyaman.

Pada bagian ini hanya akan dibahas tentang faktor fisik lingkungan kerja seperti mikroklimat, kebisingan dan penerangan. Evaluasi lingkungan dilakukan dengan cara pengukuran kondisi tempat kerja dan mengetahui respon pekerja terhadap paparan lingkungan kerja.

3.1 Mikroklimat

Secara fundamental, ergonomi merupakan studi tentang penyerasian antara pekerja dan pekerjaannya untuk meningkatkan performansi dan melindungi kehidupan. Untuk dapat melakukan penyerasian tersebut kita harus dapat memprediksi adanya stressor yang menyebabkan terjadinya strain dan mengevaluasinya. Mikroklimat dalam lingkungan kerja menjadi sangat penting karena dapat bertindak sebagai stressor yang menyebabkan strain kepada pekerja apabila tidak dikendalikan dengan baik. Mikroklimat dalam lingkungan kerja terdiri dari unsur suhu udara (kering dan basah), kelembaban nisbi, panas radiasi dan kecepatan gerakan udara (Suma'mur, 1984 dan Bernard, 1996).

Untuk negara dengan empat musin, rekomendasi untuk comfort zone pada musim dingin adalah suhu ideal berkisar antara 19-23 ^{o}C dengan kecepatan udara antara 0,1-0,2 m/det dan pada musim panas suhu ideal antara 22-24 ^{o}C dengan kecepatan udara antara 0,15-0,4 m/det serta kelembaban antara 40-60% sepanjang tahun (WHS, 1992; Grantham, 1992 dan Grandjean, 1993). Sedangkan untuk negara dengan dua musin seperti Indonesia, rekomendasi tersebut perlu mendapat koreksi. Sedangkan kaitannya dengan suhu panas lingkungan kerja, Grandjean (1993) memberikan batas toleransi suhu tinggi sebesar 35-40^{o}C; kecepatan udara 0,2 m/det; kelembaban antara 40-50%; perbedaan suhu permukaan <4 ^{o}C.

Dengan demikian jelas bahwa mikroklimat yang tidak dikendalikan dengan baik akan berpengaruh terhadap tingkat kenyamanan pekerja dan gangguan kesehatan, sehingga dapat meningkatkan beban kerja, mempercepat munculnya kelelahan dan keluhan subjektif serta menurunkan produktivitas kerja.

1) Lingkungan Kerja Panas

Pekerja di dalam lingkungan panas, seperti di sekitar furnaces, peleburan, boiler, oven, tungku pemanas atau bekerja di luar ruangan di bawah terik matahari dapat mengalami tekanan panas. Selama aktivitas pada lingkungan panas tersebut, tubuh secara otomatis akan memberikan reaksi untuk memelihara suatu kisaran panas lingkungan yang konstan dengan menyeimbangkan antara panas yang diterima dari luar tubuh dengan kehilangan panas dari dalam tubuh. Menurut Suma'mur (1984) dan Priatna (1990) bahwa suhu tubuh manusia dipertahankan hampir menetap (homoeotermis) oleh suatu pengaturan suhu (thermoregulatory system). Suhu menetap ini dapat dipertahankan akibat keseimbangan di antara panas yang dihasilkan dari metabolisme tubuh dan pertukaran panas di antara tubuh dengan lingkungan sekitarnya. Sedangkan produksi panas di dalam tubuh tergantung dari kegiatan fisik tubuh, makanan, gangguan sistem pengaturan panas seperti dalam kondisi demam dll. Selanjutnya faktor-faktor yang menyebabkan pertukaran panas di antara tubuh dengan lingkungan sekitarnya adalah panas konduksi, panas konveksi, panas radiasi dan panas penguapan (VOHSC & VCAB, 1991 dan Bernard, 1996).

Di samping itu pekerja di lingkungan panas juga dapat beraklimatisasi untuk mengurangi reaksi tubuh terhadap panas (heat strain). Pada proses aklimatisasi menyebabkan denyut jantung lebih rendah dan laju pengeluaran keringat meningkat. Khusus untuk pekerja yang baru di lingkungan panas diperlukan waktu aklimatisasi selama 1-2 minggu. Jadi, Aklimatisasi terhadap lingkungan panas sangat diperlukan pada seseorang yang belum terbiasa dengan kondisi tersebut. Aklimatisasi tubuh terhadap panas memerlukan sedikit liquid tetapi lebih sering minum. Tablet garam juga diperlukan dalam proses aklimatisasi. Seorang tenaga kerja dalam proses aklimatisasi hanya boleh terpapar 50% waktu kerja pada tahap awal, kemudian dapat ditingkatkan 10% setiap hari (Grantham, 1992).

2) Pengaruh Fisiologis Akibat Tekanan Panas

Tekanan panas memerlukan upaya tambahan pada anggota tubuh untuk memelihara keseimbangan panas. Menurut Pulat (1992) bahwa reaksi fisiologis tubuh (Heat Strain) oleh karena peningkatan temperatur udara di luar comfort zone adalah sebagai berikut:

a) Vasodilatasi
b) Denyut jantung meningkat
c) Temparatur kulit meningkat
d) Suhu inti tubuh pada awalnya turun kemudian meningkat dll.

Selanjutnya apabila pemaparan terhadap tekanan panas terus berlanjut, maka resiko terjadi gangguan kesehatan juga akan meningkat. Menurut Grantham (1992) dan Bernard (1996) reaksi fisiologis akibat pemaparan panas yang berlebihan dapat dimulai dari gangguan fisiologis yang sangat sederhana sampai dengan terjadinya penyakit yang sangat serius. Pemaparan terhadap tekanan panas juga menyebabkan penurunan berat badan. Menurut hasil penelitian Priatna (1990) bahwa pekerja yang bekerja selama 8 jam/hari berturut-turut selama 6 minggu, pada ruangan dengan Indeks Suhu Basah dan Bola (ISBB) antara 32,02-33,01^{o}C menyebabkan kehilangan berat badan sebesar 4,23%.

Secara lebih rinci gangguan kesehatan akibat pemaparan suhu lingkungan panas yang berlebihan dapat di jelaskan sebagai berikut:

a. *Gangguan perilaku dan performansi kerja* seperti, terjadinya kelelahan, sering melakukan istirahat curian dll.

b. *Dehidrasi*. Dehidrasi adalah suatu kehilangan cairan tubuh yang berlebihan yang disebabkan baik oleh penggantian cairan yang tidak cukup maupun karena gangguan kesehatan. Pada kehilangan cairan tubuh <1,5% gejalanya tidak nampak, kelelahan muncul lebih awal dan mulut mulai kering.

c. *Heat Rash*. Keadaan seperti biang keringat atau keringat buntat, gatal kulit akibat kondisi kulit terus basah. Pada kondisi demikian pekerja perlu beristirahat pada tempat yang lebih sejuk dan menggunakan bedak penghilang keringat.

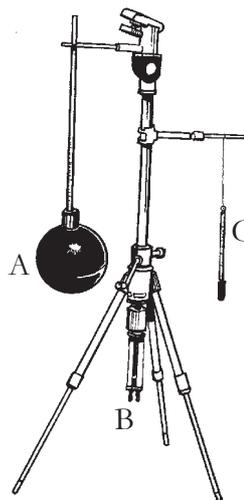
d. *Heat Cramps*. Merupakan kejang-kejang otot tubuh (tangan dan kaki) akibat keluarnya keringat yang menyebabkan hilangnya garam natrium dari tubuh yang kemungkinan besar disebabkan karena minum terlalu banyak dengan sedikit garam natrium.

e. *Heat Syncope atau Fainting*. Keadaan ini disebabkan karena aliran darah ke otak tidak cukup karena sebagian besar aliran darah di bawa kepermukaan kulit atau perifer yang disebabkan karena pemaparan suhu tinggi.

f. *Heat Exhaustion*. Keadaan ini terjadi apabila tubuh kehilangan terlalu banyak cairan dan atau kehilangan garam. Gejalanya mulut kering, sangat haus, lemah, dan sangat lelah. Gangguan ini biasanya banyak dialami oleh pekerja yang belum beraklimatisasi terhadap suhu udara panas.

3) Penilaian Lingkungan Kerja Panas

Metode terbaik untuk menentukan apakah tekanan panas di tempat kerja menyebakan gangguan kesehatan adalah dengan mengukur suhu inti tubuh pekerja yang bersangkutan. Normal suhu inti tubuh adalah 37 ^{o}C, mungkin mudah dilampaui dengan akumulasi panas dari konveksi, konduksi, radiasi dan panas metabolisme. Apabila rerata suhu inti tubuh pekerja > 38 ^{o}C, diduga terdapat pemaparan suhu lingkungan panas yang dapat meningkatkan suhu tubuh tersebut. Selanjutnya harus dilakukan pengukuran suhu lingkungan kerja.

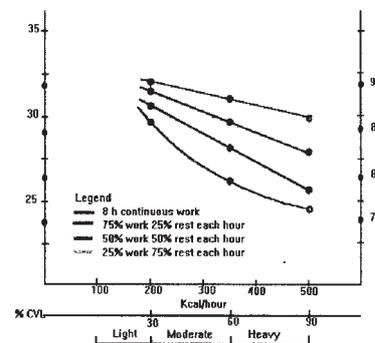
Salah satu parameter pengukuran suhu lingkungan panas adalah dengan menilai Indeks Suhu Basah dan Bola (ISBB) yang terdiri dari parameter suhu udara kering, suhu udara basah dan suhu panas radiasi. Contoh peralatan sederhana yang digunakan untuk mengukur parameter ISBB tersebut dapat dilihat pada gambar 3.1. Kemudian secara manual ISBB dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

Gambar 3.1
A.Termometer Bola; B. Sling Psychrometer (Suhu Basah dan Suhu Kering); C. Kata Termometer

a) Pekerjaan dilakukan di bawah paparan sinar matahari (*Outdoor*):
ISBB = (0,7 x suhu basah) + (0,2 x suhu radiasi) + (0,1 x suhu kering)

b) Pekerjaan dilakukan di dalam ruangan (*Indoor*) :
ISBB = (0,7 x suhu basah) + (0,3 x suhu radiasi)

Selain alat tersebut, terdapat alat ukur ISBB yang lebih moderen seperti *Questtemp Heat Stress Monitor* (gambar 3.2). Di mana alat tersebut dioperasikan secara digital yang meliputi parameter suhu basah, suhu kering, suhu radiasi dan ISBB yang hasilnya tinggal membaca pada alat dengan menekan tombol operasional dalam satuan °C atau °F. Pada waktu pengukuran alat ditempatkan disekitar sumber panas di mana pekerja melakukan pekerjaannya.

Gambar 3.2.
Questemp010 Digital - Area Heat Stress

Dari hasil pengukuran ISBB tersebut selanjutnya disesuaikan dengan beban kerja yang diterima oleh pekerja, selanjutnya dilakukan pengaturan waktu kerja-waktu istirahat yang tepat sehingga pekerja tetap dapat bekerja dengan aman dan sehat. Dalam pengaturan waktu kerja-waktu istirahat tersebut dapat menggunakan metode seperti diilustrasikan pada gambar 3.3. (NIOSH, 1986 dan ACGIH, 1995).

Gambar 3.3.
Nilai Ambang Batas Terhadap Pemaparan Panas Yang Diperbolehkan Berdasarkan Penilaian ISBB dan Beban Kerja

4) Pengendalian Lingkungan Kerja Panas

Untuk mengendalikan pengaruh pemaparan tekanan panas terhadap tenaga kerja perlu dilakukan koreksi tempat kerja, sumber-sumber panas lingkungan dan aktivitas kerja yang dilakukan. Koreksi tersebut dimaksudkan untuk menilai secara cermat faktor-faktor tekanan panas dan mengukur ISBB pada masing-masing pekerjaan sehingga dapat dilakukan langkah pengendalian secara benar. Di samping itu koreksi tersebut juga dimaksudkan untuk menilai efektifitas dari sistem pengendalian yang telah dilakukan di masing-masing tempat kerja. Secara ringkas teknik pengendalian terhadap pemaparan tekanan panas di perusahaan dapat dijelaskan sebagai berikut:

a) Mengurangi faktor beban kerja dengan mekanisasi
b) Mengurangi beban panas radian dengan cara:
   - Menurunkan temperatur udara dari proses kerja yang menghasilkan panas
   - Relokasi proses kerja yang menghasilkan panas

- Penggunaan tameng panas dan alat pelindung yang dapat memantulkan panas

c) Mengurangi temperatur dan kelembaban. Cara ini dapat dilakukan melalui ventilasi pengenceran *(dilution ventilation)* atau pendinginan secara mekanis *(mechanical cooling)*. Cara ini telah terbukti secara dramatis dapat menghemat biaya dan meningkatkan kenyamanan (Bernard, 1996).

d) Meningkatkan pergerakan udara. Peningkatan pergerakan udara melalui ventilasi buatan dimaksudkan untuk memperluas pendinginan evaporasi, tetapi tidak boleh melebihi 0,2 m/det. Sehingga perlu dipertimbangkan bahwa menambah pergerakan udara pada temperatur yang tinggi (> 40^{o}C) dapat berakibat kepada peningkatan tekanan panas.

e) Pembatasan terhadap waktu pemaparan panas dengan cara:
   - Melakukan pekerjaan pada tempat panas pada pagi dan sore hari
   - Penyediaan tempat sejuk yang terpisah dengan proses kerja untuk pemulihan
   - Mengatur waktu kerja-istirahat secara tepat berdasarkan beban kerja dan nilai ISBB.

Dari uraian tersebut, dapat ditegaskan bahwa kondisi yang harus dipertimbangkan dalam setiap desain atau redesain sistem ventilasi adalah adanya sirkulasi udara pada tempat kerja yang baik, sehingga terjadi pergantian udara dalam ruangan dengan udara segar dari luar secara terus menerus. Di samping itu faktor pakaian dan pemberian minum harus juga dipertimbangkan dalam mengatasi masalah panas lingkungan.

3.2 Kebisingan di Tempat Kerja

Pengertian kebisingan adalah bunyi atau suara yang tidak dikehendaki yang bersifat menggangu pendengaran dan bahkan dapat menurunkan daya dengar seseorang yang terpapar (WHS, 1993). Sedangkan definisi kebisingan menurut Kepmennaker (1999) adalah semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan atau alat-alat kerja yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran.

Suara atau bunyi dapat dirasakan oleh indra pendengaran akibat adanya rangsangan getaran yang datang melalui media yang berasal dari benda yang bergetar. Menurut Suma'mur (1984) dan WHS (1993) bahwa dari segi kualitas bunyi, terdapat dua hal yang menentukan yaitu frekuensi suara dan intensitas suara. Frekuensi dinyatakan dalam jumlah getaran per detik atau Herz (Hz) yaitu jumlah getaran yang sampai ke telinga setiap detiknya. Sedangkan intensitas atau arus enegi lazimnya dinyatakan dalam desibel (dB) yaitu perbandingan antara kekuatan dasar bunyi (0,0002 dyne/cm^{2}) dengan frekuensi (1.000 Hz) yang tepat dapat didengar oleh telinga normal. Mengingat desibel yang diterima oleh telinga merupakan skala logaritmis, maka tingkat kebisingan 3 dB di atas 60 dB pengaruhnya akan berbeda dengan 3 dB di atas 90 dB.

1) Sumber Kebisingan dan Cara Penilaiannya.

Sumber kebisingan di perusahaan biasanya berasal dari mesin-mesin untuk proses produksi dan alat-alat lain yang dipakai untuk melakukan pekerjaan. Contoh sumber-sumber kebisingan di perusahaan baik dari dalam maupun dari luar perusahaan seperti:

- ➢ Generator, mesin diesel untuk pembangkit listrik
- ➢ Mesin-mesin produksi
- ➢ Mesin potong, gergaji, serut di perusahaan kayu
- ➢ Ketel uap atau boiler untuk pemanas air
- ➢ Alat-alat lain yang menimbulkan suara dan getaran seperti alat pertukangan
- ➢ Kendaraan bermotor dari lalu lintas dll.

Sumber-sumber suara tersebut harus selalu diidentifikasi dan dinilai kehadirannya agar dapat dipantau sedini mungkin dalam upaya mencegah dan mengendalikan pengaruh pemaparan kebisingan terhadap pekerja yang terpapar. Dengan demikian penilaian tingkat intensitas kebisingan di perusahaan secara umum dimaksudkan untuk beberapa tujuan yaitu:

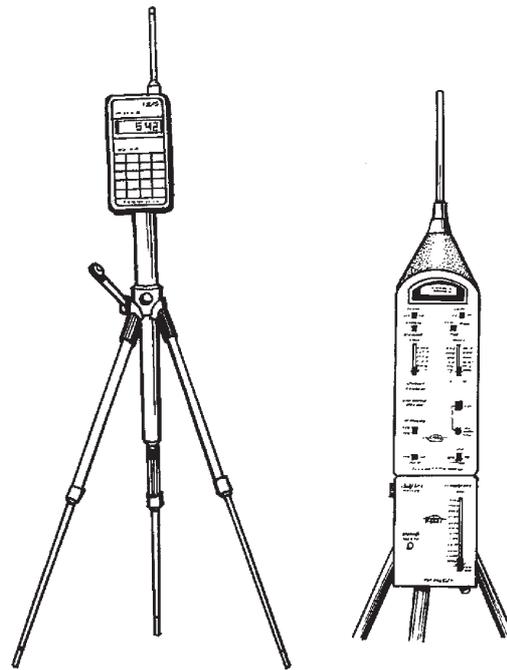
a) Memperoleh data intensitas kebisingan pada sumber suara
b) Memperoleh data intensitas kebisingan pada penerima suara (pekerja dan masyarakat sekitar perusahaan)
c) Menilai efektivitas sarana pengendalian kebisingan yang telah ada dan merencanakan langkah pengendalian lain yang lebih efektif.
d) Mengurangi tingkat intensitas kebisingan baik pada sumber suara maupun pada penerima suara sampai batas diperkenankan.
e) Membantu memilih alat pelindung dari kebisingan yang tepat sesuai jenis kebisingannya.

Untuk tujuan tersebut maka harus dilakukan pengukuran intensitas kebisingan secara langsung pada tempat-tempat yang dikehendaki. Dalam hal ini jenis pengukuran dapat dibedakan menjadi dua yaitu:

a) Jenis pengukuran pada sumber suara.

Pada pengukuran ini dapat digunakan alat “Sound Level Meter” (gambar 3.4 B). Alat tersebut dapat mengukur intensitas kebisingan antara 40 -130 dB(A) pada frekuensi antara 20-20.000 Hz. Sebelum dilakukan pengukuran harus dilakukan *countour map* lokasi sumber suara dan sekitarnya. Selanjutnya pada waktu pengukuran “Sound Level Meter” di pasang pada ketinggian ± (140-150 m) atau setinggi telinga.

b) Jenis pengukuran pada penerima suara.

Jenis pengukuran ini dimaksudkan untuk mengetahui berapa rerata intensitas suara yang diterima oleh pekerja selama jam kerja. Hal ini didasarkan pengalaman bahwa tidak seluruh waktu kerja, pekerja bekerja pada tempat yang sama melainkan sering berpindah-pindah tempat. Sehingga pekerja juga tidak menerima suara dari satu sumber suara yang tinggi. Dengan demikian jenis pengukuran ini lebih dimaksudkan untuk mengurangi pengaruh pemaparan kebisingan orang per orang. Pada jenis pengukuran ini dapat digunakan alat "Dosi meter" (gambar 3.5A). Pada waktu pengukuran alat "Dosi meter" dipasang di sekitar dada samping kiri atau kanan dengan waktu pengukuran terus menerus selama waktu kerja dan waktu istirahat tetap dipakai.

Gambar 3.4
A. Dosi Meter; B. Sound Levek Meter Dilengkapi Dengan Oktave Band Analizer

Setelah intensitas dinilai dan dianalisis, selanjutnya hasil yang diperoleh harus dibandingkan dengan standar yang ditetapkan dengan tujuan untuk mengetahui apakah intensitas kebisingan yang diterima oleh tenaga kerja sudah melampaui Nilai Ambang Batas (NAB) yang diperkenankan atau belum. Dengan demikian akan dapat segera dilakukan upaya pengendalian untuk mengurangi dampak pemaparan terhadap kebisingan tersebut. NAB Kebisingan di tempat kerja berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. Kep.51/MEN/1999 yang merupakan pembaharuan dari Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja No. 01/MEN/ 1978, besarnya rata-rata adalah 85 dB(A) untuk waktu kerja terus menerus tidak lebih dari 8 jam/ hari atau 40 jam seminggu. Besarnya NAB kebisingan yang ditetapkan tersebut sama dengan NAB untuk negara-negara lain seperti Australia (WHS, 1993), Amerika (ACGIH, 1991). Selanjutnya apabila tenaga kerja menerima pemaparan kebisingan lebih dari ketetapan tersebut, maka harus dilakukan pengurangan waktu pemaparan seperti pada tabel 3.1 di bawah.

Tabel 3.1. Batas Waktu Pemaparan Kebisingan Per Hari Kerja Berdasarkan Intensitas Kebisingan Yang Diterima Pekerja

Batas Waktu Pemaparan Per Hari Kerja		Intensitas Kebisingan Dalam dB(A)
8	Jam	85
4		88
2		91
1		94
30	Menit	97
15		100
7,5		103
3,75		106
1,88		109
0,94		112
28,12	Detik	115
14,06		118
7,03		121
3,52		124
1,76		127
0,88		130
0,44		133
0,22		135
0,11		139

Catatan: Tidak boleh terpapar lebih dari 140 dB(A) walaupun sesaat
Sumber: Kepmennaker No. 51 Tahun 1999.

2) Pengaruh Kebisingan

Pengaruh pemaparan kebisingan secara umum dapat dikategorikan menjadi dua yang didasarkan pada tinggi rendahnya intensitas kebisingan dan lamanya waktu pemaparan. Pertama, pengaruh pemaparan kebisingan intensitas tinggi (di atas NAB) dan kedua, adalah pengaruh pemaparan kebisingan intensitas rendah (di bawah NAB) (Sanders & McCormick, 1987; Pulat, 1992 dan WHS, 1993).

a) Pengaruh Kebisingan Intensitas Tinggi

- Pengaruh pemaparan kebisingan intensitas tinggi (di atas NAB) adalah terjadinya kerusakan pada indera pendengaran yang dapat menyebabkan penurunan daya dengar baik yang bersifat sementara maupun bersifat permanen atau ketulian. Sebelum terjadi kerusakan pendengaran yang permanen, biasanya didahului dengan pendengaran yang bersifat sementara yang dapat mengganggu

kehidupan yang bersangkutan baik di tempat kerja maupun di lingkungan keluarga dan lingkungan sosialnya.

- Pengaruh kebisingan akan sangat terasa apabila jenis kebisingannya terputus-putus dan sumbernya tidak diketahui.
- Secara fisiologis, kebisingan dengan intensitas tinggi dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti, meningkatnya tekanan darah dan denyut jantung, resiko serangan jantung meningkat, gangguan pencernaan
- Reaksi masyarakat, apabila kebisingan akibat suatu proses produksi demikian hebatnya sehingga masyarakat sekitarnya protes menuntut agar kegiatan tersebut dihentikan dll.

b) Pengaruh Kebisingan Intensitas Rendah.

Tingkat intensitas kebisingan rendah atau di bawah NAB banyak ditemukan di lingkungan kerja seperti perkantoran, ruang administrasi perusahaan dll. Intensitas kebisingan yang masih di bawah NAB tersebut secara fisiologis tidak menyebabkan kerusakan pendengaran. Namun demikian, kehadiranya sering dapat menyebabkan penurunan performansi kerja, sebagai salah satu penyebab stress dan gangguan kesehatan lainnya. Stress yang disebabkan karena pemaparan kebisingan dapat menyebabkan terjadinya kelelahan dini, kegelisahan dan depresi. Secara spesifik stress karena kebisingan tersebut dapat menyebabkan antara lain:

a) Stress menuju keadaan cepat marah, sakit kepala, dan gangguan tidur
b) Gangguan reaksi psikomotor
c) Kehilangan konsentrasi
d) Gangguan komunikasi antara lawan bicara
e) Penurunan performansi kerja yang kesemuanya itu akan bermuara pada kehilangan efisiensi dan produktivitas kerja.

3) Rencana dan Langkah Pengendalian Kebisingan Di Tempat Kerja

Sebelum dilakukan langkah pengendalian kebisingan, langkah pertama yang harus dilakukan adalah membuat rencana pengendalian yang didasarkan pada hasil penilaian kebisingan dan dampak yang ditimbulkan. Rencana pengendalian dapat dilakukan dengan pendekatan melalui perspektif manajemen resiko kebisingan. Manajemen resiko yang dimaksud adalah suatu pendekatan yang logik dan sistemik untuk mengendalikan resiko yang mungkin timbul. Langkah manajemen resiko kebisingan tersebut adalah:

a) Mengidentifikasi sumber-sumber kebisingan yang ada di tempat kerja yang berpotensi menimbulkan penyakit atau cedera akibat kerja
b) Menilai resiko kebisingan yang berakibat serius terhadap penyakit dan cedera akibat kerja
c) Mengambil langkah-langkah yang sesuai untuk mengendalikan atau meminimalisasi resiko kebisingan

Setelah rencana dibuat dengan seksama, langkah selanjutnya adalah melaksanakan langkah pengendalian kebisingan dengan dua arah pendekatan yaitu pendekatan jangka pendek *(Short-term gain)* dan pendekatan jangka panjang *(Long-term gain)* dari hirarki pengendalian. Pada pengendalian kebisingan dengan orientasi jangka panjang, teknik pengendaliannya secara berurutan adalah eliminasi sumber kebisingan, pengendalian secara teknik, pengendalian secara administrative dan terakir penggunaan alat pelindung diri. Sedangkan untuk orientasi jangka pendek adalah sebaliknya secara berurutan.

a) Eliminasi sumber kebisingan

- Pada teknik eliminasi ini dapat dilakukan dengan penggunaan tempat kerja atau pabrik baru sehingga biaya pengendalian dapat diminimalkan.
- Pada tahap tender mesin-mesin yang akan dipakai, harus mensyaratkan maksimum intensitas kebisingan yang dikeluarkan dari mesin baru.
- Pada tahap pembuatan pabrik dan pemasangan mesin, konstruksi bangunan harus dapat meredam kebisingan serendah mungkin dll.

b) Pengendalian kebisingan secara teknik

- Pengendalian kebisingan pada sumber suara. Penurunan kebisingan pada sumber suara dapat dilakukan dengan menutup mesin atau mengisolasi mesin sehingga terpisah dengan pekerja. Teknik ini dapat dilakukan dengan mendesain mesin memakai remote control. Selain itu dapat dilakukan redesain landasan mesin dengan bahan anti getaran. Namun demikian teknik ini memerlukan biaya yang sangat besar sehingga dalam prakteknya sulit diimplementasikan.
- Pengendalian kebisingan pada bagian transmisi kebisingan. Apabila teknik pengendalian pada sumber suara sulit dilakukan, maka teknik berikutnya adalah dengan memberi pembatas atau sekat antara mesin dan pekerja. Cara lain adalah dengan menambah atau melapisi dinding, paflon dan lantai dengan bahan penyerap suara. Menurut Sanders & McCormick (1987) cara tersebut dapat mengurangi kebisingan antara 3-7 dB.

c) Pengendalian kebisingan secara administratif.

Apabila teknik pengendalian secara teknik belum memungkinkan untuk dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah merencanakan teknik pengendalian secara administratif. Teknik pengendalian ini lebih difokuskan pada manajemen pemaparan. Langkah yang dapat ditempuh adalah dengan mengatur rotasi kerja antara tempat yang bising dengan tempat yang lebih nyaman yang didasarkan pada intensitas kebisingan yang diterima seperti pada tabel 3.1.

d) Pengendalian kebisingan pada penerima atau pekerja.

Teknik ini merupakan langkah terakhir apabila seluruh teknik pengendalian di atas (eliminasi, pengendalian teknik dan administratif) belum memungkinkan untuk dilaksanakan. Jenis pengendalian ini dapat dilakukan dengan pemakaian alat pelindung telinga (tutup atau sumbat telingan). Menurut Pulat (1992) pemakaian sumbat telinga dapat mengurangi kebisingan sebesar $\pm$ 30 dB. Sedangkan tutup telinga dapat mengurangi kebisingan sedikit lebih besar yaitu antara 40-50 dB. Pengendalian kebisingan pada penerima ini telah banyak ditemukan di perusahaan-perusahaan, karena secara sekilas biayanya relatif lebih murah. Namun demikian banyak ditemukan kendala dalam pemakaian tutup atau sumbat telinga seperti, tingkat kedisplinan pekerja, mengurangi kenyamanan kerja, mengganggu pembicaraan dll.

3.3 Penerangan Di Tempat Kerja.

Penerangan yang baik adalah penerangan yang memungkinkan tenaga kerja dapat melihat objek - objek yang dikerjakan secara jelas, cepat dan tanpa upaya - upaya yang tidak perlu (Suma'mur, 1984). Penerangan yang cukup dan diatur secara baik juga akan membantu menciptakan lingkungan kerja yang nyaman dan menyenangkan sehingga dapat memelihara kegairahan kerja. Telah kita ketahui hampir semua pelaksanaan pekerjaan melibatkan fungsi mata, di mana sering kita temui jenis pekerjaan yang memerlukan tingkat penerangan tertentu agar tenaga kerja dapat dengan jelas mengamati objek yang sedang dikerjakan. Intensitas penerangan yang sesuai dengan jenis pekerjaannya jelas akan dapat meningkatkan produktivitas kerja. Sanders & McCormick (1987) menyimpulkan dari hasil penelitian pada 15 perusahaan, di mana seluruh perusahaan yang diteliti menunjukkan kenaikan hasil kerja antara 4-35%. Selanjutnya Armstrong (1992) menyatakan bahwa intensitas penerangan yang kurang dapat menyebabkan gangguan *visibilitas* dan *eyestrain*. Sebaliknya intensitas penerangan yang berlebihan juga dapat menyababkan *glare; reflections; excessive shadows; visibility & eyestrain*

Tenaga kerja di samping harus dengan jelas dapat melihat objek-objek yang sedang dikerjakan juga harus dapat melihat dengan jelas pula benda / alat dan tempat di sekitarnya yang mungkin mengakibatkan kecelakaan. Maka penerangan umum harus memadai. Dalam suatu pabrik di mana banyak terdapat mesin - mesin dan proses pekerjaan yang berbahaya maka penerangan harus didesain sedemikian rupa sehingga dapat mengurangi kecelakaan kerja. Pekerjaan yang berbahaya harus dapat diamati dengan jelas dan cepat, karena banyak kecelakaan terjadi akibat penerangan yang kurang memadai.

1) Pengaruh penerangan di tempat kerja

Secara umum jenis penerangan atau pencahayaan dibedakan menjadi dua yaitu penerangan buatan (penerangan artifisial) dan penerangan alamiah (dari sinar matahari). Untuk mengurangi pemborosan energi disarankan untuk mengunakan penerangan alamiah, akan tetapi setiap tempat kerja harus pula disediakan penerangan buatan yang memadai. Hal ini untuk menanggulangi jika dalam keadaan mendung atau kerja di malam hari. Perlu diingat bahwa penggunaan penerangan buatan harus selalu diadakan perawatan yang baik oleh karena lampu yang kotor akan menurunkan intensitas penerangan sampai dengan 30%. Tingkat penerangan pada-tiap tiap pekerjaan berbeda tergantung sifat dan jenis pekerjaannya. Sebagai contoh gudang memerlukan intersitas penerangan yang lebih rendah dari tempat kerja administrasi, di mana diperlukan ketelitian yang lebih tinggi.

Menurut Grandjean (1993) penerangan yang tidak didesain dengan baik akan menimbulkan gangguan atau kelelahan penglihatan selama kerja. Pengaruh dari penerangan yang kurang memenuhi syarat akan mengakibatkan :

- Kelelahan mata sehingga berkurangnya daya dan effisiensi kerja.
- Kelelahan mental.
- Keluhan pegal di daerah mata dan sakit kepala di sekitar mata.
- Kerusakan indra mata dll.

Selanjutnya pengaruh kelelahan pada mata tersebut akan bermuara kepada penurunan performansi kerja, termasuk:

- Kehilangan produktivitas
- Kualitas kerja rendah
- Banyak terjadi kesalahan
- Kecelakan kerja meningkat

2) Sistem Pendekatan Aplikasi Penerangan di Tempat Kerja.

Di dalam mempertimbangkan aplikasi penerangan di tempat kerja, secara umum dapat dilakukan melalui tiga pendekatan yaitu:

a) Desain tempat kerja untuk menghindari problem penerangan

Kebutuhan intensitas penerangan bagi pekerja harus selalu dipertimbangkan pada waktu mendesain bangunan, pemasangan mesin-mesin, alat dan sarana kerja. Desain instalasi penerangan harus mampu mengontrol cahaya kesilauan, pantulan dan bayang-bayang serta untuk tujuan kesehatan dan keselamatan kerja

b) Identifikasi dan Penilaian problem dan kesulitan penerangan.

Agar masalah penerangan yang muncul dapat ditangani dengan baik, faktor-faktor yang harus diperhitungkan adalah: sumber penerangan, pekerja dalam melakukan pekerjaannya, jenis pekerjaan yang dilakukan dan lingkungan kerja secara keseluruhan. Selanjutnya teknik dan metode

yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan menilai masalah penerangan di tempat kerja meliputi:

- Konsultasi atau wawancara dengan pekerja dan supervisor di tempat kerja
- Mempelajari laporan kecelakaan kerja sebagai bahan investigasi
- Mengukur intensitas penerangan, kesilauan, pantulan dan bayang-bayang yang ada di tempat kerja
- Mempertimbangkan faktor lain seperti: sikap kerja, lama kerja, warna, umur pekerja dll.

c) Pengembangan dan Evaluasi pengendalian resiko akibat penerangan

Setelah penerangan dan pengaruhnya telah diidentifikasi dan dinilai, langkah selanjutnya adalah mengendalikan resiko yang potensial menyebabkan gangguan kerja. Pengendalian resiko sangat tergantung dari kondisi yang ada, tetapi secara umum dapat mengikuti hirarki pengendalian yang sudah lazim yaitu pengendalian yang dipilih dari yang paling efektif. Di bawah ini akan diberikan secara garis besar langkah-langkah pengendalian masalah penerangan di tempat kerja, yaitu:

i) Modifikasi sistem penerangan yang sudah ada seperti:
   - Menaikkan atau menurunkan letak lampu didasarkan pada objek kerja
   - Merubah posisi lampu
   - Menambah atau mengurangi jumlah lampu
   - Mengganti jenis lampu yang lebih sesuai, seperti, mengganti lampu bola menjadi lampu neon, dll
   - Mengganti tudung lampu
   - Mengganti warna lampu yang digunakan dll.

ii) Modifikasi pekerjaan seperti:
   - Membawa pekerjaan lebih dekat ke mata, sehingga objek dapat dilihat dengan jelas
   - Merubah posisi kerja untuk menghindari bayang-bayang, pantulan, sumber kesilauan dan kerusakan penglihatan
   - Modifikasi objek kerja sehingga dapat dilihat dengan jelas. Sebagai contoh: memperbesar ukuran huruf dan angka pada tombol-tombol peralatan kerja mesin.

iii) Pemeliharaan dan pembersihan lampu.

iv) Penyediaan penerangan local

v) Penggunaan korden dan perawatan jendela dll.

Sebagai tambahan pertimbangan dalam upaya mengatasi masalah penerangan di tempat kerja, Sanders & McCormick (1987) dan Grandjean (1993) memberikan pedoman untuk desain sistem penerangan yang tepat di tempat kerja dengan cara sebagai berikut:

a) Menghindari penempatan arah cahaya langsung dalam lapangan penglihatan tenaga kerja
b) Menghindari penggunaan cat yang mengkilat *(glossy paint)* pada mesin atau meja dan tempat kerja.
c) Menggunakan cahaya difusi (cahaya merata) untuk menyediakan atmosfer pekerjaan terbaik
d) Menggunakan lebih banyak lampu dengan daya kecil, daripada menggunakan lampu sedikit dengan daya besar.
e) Menghindari lokasi pencahayaan dalam 30^{o} dari garis normal lihat
f) Menghindari sumber cahaya berkedip (flicker) dll.

3) Penggunaan warna di tempat kerja

Warna yang kita lihat muncul karena struktur molekul permukaan objek memantulkan hanya pada bagian cahaya yang jatuh padanya. Sebagai contoh, mesin dicat hijau akan menyerap seluruh cahaya kecuali warna hijau. Penggunaan dan pemilihan warna di tempat kerja biasanya dimaksudkan untuk alasan keselamatan, karena warna mudah ditangkap oleh indra penglihatan. Sumber-sumber bahaya lebih mudah dikenali jika menggunakan warna yang menyolok. Di tempat kerja, warna juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi peralatan keselamatan dan benda-benda seperti pintu darurat. Jika warna yang sama selalu digunakan untuk mengindikasikan suatu bahaya khusus, maka reaksi yang tepat menjadi otomatis. Beberapa warna yang biasa digunakan sebagai kode keselamatan kerja adalah sebagai berikut:

- *Merah* untuk tanda bahaya; halte, tempat terlarang, dll. Merah juga sebagai tanda peringatan untuk kebakaran; alat pemadam api dan alat-alat lainnya.
- *Kuning*; biasanya kontras dengan hitam, bahaya tubrukan, look out, bahaya terpeleset. Kuning dan Hitam banyak digunakan sebagai peringatan di transportasi.

Hal yang perlu dicacat, bahwa sumber bahaya harus diidentifikasi lebih dari sekedar warna itu sendiri. Simbol, alarm, nyala lampu, dan sejenisnya harus juga digunakan dan seluruh pekerja harus dilatih untuk dapat mengenali tanda-tanda tersebut. Hal demikian karena warna yang terang dari suatu benda akan dapat berubah oleh karena jenis cahaya yang berbeda. Di samping untuk tujuan keselamatan, warna yang dipakai di tempat kerja juga dimaksudkan untuk tujuan lain, seperti:

a) Penciptaan kontras warna untuk maksud tangkapan mata, sehingga semakin sedikit kontras warna akan semakin baik.
b) Kerapian atau keteraturan dan sebagai alat bantu untuk identifikasi masalah pencahayaan di tempat kerja. Ruaangan-ruangan tertentu, lantai atau bagian dari pabrik dapat diberikan kode warna, untuk membantu menjaga keseluruhan kerja berjalan sesuai rencana. Warna-warna yang berbeda dapat digunakan untuk mengenalkan tingkat keteraturan atau kerapian tertentu dan untuk memfasilitasi suplai dan pelayanan.
c) Pengadaan lingkungan psikologis yang optimal (efek psikologis lihat tabel 3.2)

Tabel 3.2. Reflektan sebagai persentase cahaya

Bahan Warna	Reflektan (%)
* Putih	100
* Aluminium, kertas putih	80-85
* Warna gading, kuning lemon, Kuning dalam, hijau muda, biru pastel, pink pale, krim	60-65
* Hijau lime, abu-abu plae, pink, orange dalam, bluegrey	50-55
* Biru langit, kayu pale	40-45
* Pale oakwood, semen kering	30-35
* Merah dalam, hijau rumput, kayu, hijau daun, coklat	20-25
* Biru gelap, merah purple, coklat tua,	10-15
* hitam	0

(Sumber: Pulat, 1992. Fundamentals of Industrial Ergonomics)

4) Standar Penerangan di Tempat Kerja

Intensitas penerangan yang dibutuhkan di masing-masing tempat kerja ditentukan dari jenis dan sifat pekerjaan yang dilakukan. Semakin tinggi tingkat ketelitian suatu pekerjaan, maka akan semakin besar kebutuhan intensitas penerangan yang diperlukan, demikian pula sebaliknya. Standar penerangan di Indonesia telah ditetapkan seperti tersebut dalam Peraturan Menteri Perburuhan (PMP) No. 7 Tahun 1964, Tentang syarat-syarat kesehatan, kebersihan dan penerangan di tempat kerja. Standar penerangan yang ditetapkan untuk di Indonesia tersebut secara garis besar hampir sama dengan standar internasional. Sebagai contoh di Australia menggunakan standar AS 1680 untuk 'Interior Lighting' yang mengatur intensitas penerangan sesuai dengan jenis dan sifat pekerjaannya. Secara ringkas intensitas penerangan yang dimaksud dapat dijelaskan sebagai berikut :

a) Penerangan untuk halaman dan jalan-jalan di lingkungan perusahaan harus mempunyai intensitas penerangan paling sedikit 20 luks.
b) Penerangan untuk pekerjaan-pekerjaan yang hanya membedakan barang kasar dan besar paling sedikit mempunyai intensitas penerangan 50 luks.
c) Penerangan yang cukup untuk pekerjaan yang membedakan barang-barang kecil secara sepintas lalu paling sedikit mempunyai intensitas penerangan 100 luks.
d) Penerangan untuk pekerjaan yang membeda-bedakan barang kecil agak teliti paling sedikit mempunyai intensitas penerangan 200 luks.
e) Penerangan untuk pekerjaan yang membedakan dengan teliti dari barang-barang yang kecil dan halus, paling sedikit mempunyai intensitas penerangan 300 luks.
f) Penerangan yang cukup untuk pekerjaan membeda-bedakan barang halus dengan kontras yang sedang dalam waktu yang lama, harus mempunyai intensitas penerangan paling sedikit 500 - 1.000 luks.
g) Penerangan yang cukup untuk pekerjaan membeda-bedakan barang yang sangat halus dengan kontras yang kurang dan dalam waktu yang lama, harus mempunyai intensitas penerangan paling sedikit 2.000 luks.

Dari uraian singkat tentang lingkungan kerja fisik tersebut dapat dipertegas bahwa dengan pengendalian faktor-faktor yang berbahaya di lingkungan kerja,

diharapkan akan tercipta lingkungan kerja yang sehat, aman, nyaman dan produktif bagi tenaga kerja. Hal tersebut dimaksudkan untuk menurunkan angka kecelakaan dan penyakit akibat kerja sehingga akan meningkatkan produktifitas tenaga kerja. Hal tersebut akan dapat terlaksana dengan adanya kebijaksanaan manajemen dan komitmen dari pihak pengurus untuk selalu memperhatikan penanganan lingkungan yang berkesinambungan dan kerja sama antara pihak pengusaha sebagai pemberi fasilitas dan tenaga kerja sebagai pengguna fasilitas, dimana masing-masing pihak menyadari tugasnya dalam rangka menciptakan tempat kerja yang aman dan nyaman.

3.4 Kepustakaan

American Conference of Govermental Industrial Hygienists (ACGIH), 1995. *Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices*. Cincinnati. USA.

Armstrong, R. 1992. *Lighting at Work*. Occupational Health & Safety Authority. Melbourne. Australia:4-11.

Bernard, T.E. 1996. Occupational Heat Stress. Dalam: Battacharya, A. & McGlothlin, J.D. eds. *Occupational Ergonomic*. Marcel Dekker Inc USA: 195-216.

Grandjean, E. 1993. *Fitting the Task to the Man*, 4th edt. Taylor & Francis Inc. London.

Grantham, D. 1992. *Occupational Health & Safety*. Guidebook for the WHSO. Merino Lithographics Moorooka Queensland. Australia.

Keputusan Menteri Tenaga Kerja, No.51: 1999. *Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja*. Jakarta.

Manuaba, A. 1992. *Pengaruh Ergonomi Terhadap Produktivitas*. Dalam: Seminar Produktivitas Tenaga Kerja. Jakarta.

National Institute for Occupational Health and Safety (NIOSH), 1986. *Criteria for a Recommended Standard-Occupational Exposure to Hot Environments*. Washington, DC.

Peraturan Menteri Perburuhan (PMP) No.7: 1964._*Syarat Kesehatan, Kebersihan Serta Penerangan Dalam Tempat Kerja*. Jakarta.

Priatna, B.L. 1990. Pengaruh Cuaca Kerja Terhadap Berat Badan. *Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja*. Vol XXIII (3):39-49.

Pulat, B.M. 1992. *Fundamentals of Industrial Ergonomics*. Hall International. Englewood Cliffs. New Jersey. USA.

Sanders, M.S. & McCormick, E.J. 1987. *Human Factors In Engineering and Design*, 6th edt. McGraw-Hill Book Company. USA:331-454.

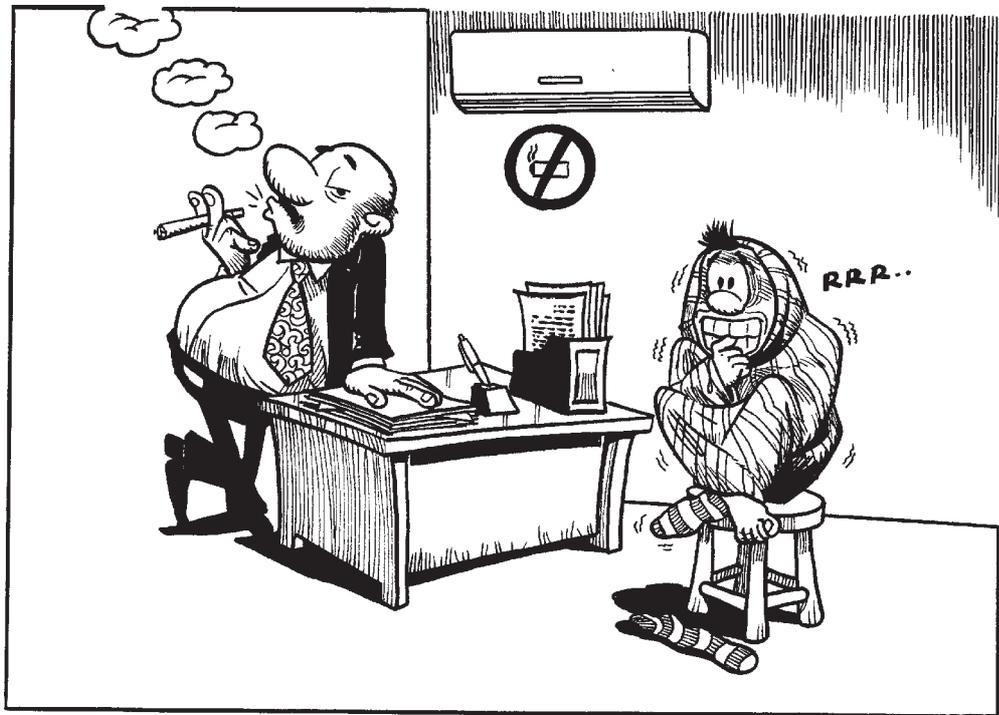
Suma'mur, P.K. 1984. *Higene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*. Cet-4, Penerbit PT. Gunung Agung. Jakarta: 82-92.

VOHSC & VCAB, 1991. Health and Safety at Work. A Resource Book for VCE. Physics. Victorian Occupational Health and Safety Commission and The Victorian Curriculum and Assessment Board. Melbourne Australia.

Workplace Health and Safety (WHS) 1992. *Indoor Air Quality, A Guide for Healthy and Safe Workplaces*. Queensland Government, Australia.

Workplace Health and Safety (WHS) 1993. *Code of Practice for Noise Management at Work*. Australia.

BAB 4

Kualitas Udara dalam Ruang Kerja

4.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi dunia telah membawa dampak berupa perubahan peradaban dari masyarakat agraris menuju masyarakat industri. Dan pada era globalisasi sekarang ini juga telah menunjukkan perubahan yang sangat cepat dari peradaban masyarakat industri menuju masyarakat informasi. Salah satu ciri dari masyarakat informasi adalah menghabiskan sebagian besar waktunya untuk bekerja di dalam gedung modern dengan menggunakan ventilasi buatan seperti *Air Conditioning (AC)*. Namun demikian di dalam masyarakat kita juga masih berkembang suatu pola pikir di mana pekerjaan yang dilakukan di dalam ruangan suatu gedung modern merupakan pekerjaan yang tidak mempunyai resiko atau paling aman dan nyaman dari pengaruh negatif lingkungan kerja. Kenyataannya bahwa kualitas udara dalam suatu ruangan merupakan faktor yang signifikan yang dapat mempengaruhi derajat kesehatan tenaga kerja. Hal tersebut menurut Morey et al (1991) disebabkan oleh keadaan-keadaan sebagai berikut:

- Semakin meningkatnya jumlah orang yang menghabiskan waktunya di dalam ruangan.
- Konstruksi-konstruksi bangunan gedung yang dirancang tidak menggunakan jendela yang dapat dibuka.
- Meningkatnya penggunaan teknologi baru dan bahan-bahan sintetis.
- Sarana energi konservasi yang dapat menurunkan jumlah udara dari luar yang disirkulasikan.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh negara-negara maju, menunjukkan bahwa kualitas udara yang rendah dalam suatu ruangan akan mengakibatkan biaya tinggi. Biaya-biaya tersebut meliputi biaya pengobatan langsung, menurunnya produktivitas dan terjadi kerusakan pada material dan

peralatan kerja. Berdasarkan laporan dari Lieckfield & Farrar (1991) dikutip dari WHO (1983) bahwa kualitas udara yang rendah dalam suatu bangunan berhubungan erat terhadap terjadinya problem *Sick Building Syndrome (SBS)* dan *Building Related Illeness (BRI).* SBS yang didefinisikan oleh WHO yaitu sebagai suatu komplain yang tidak spesifik ditandai dengan frekuensi tinggi dari gejala iritasi pada mata, hidung, tenggorokan dan saluran nafas bagian bawah, reaksi kulit, kepenatan, pusing atau sakit kepala di antara orang yang tinggal dalam suatu bangunan tertentu. Sedangkan BRI merupakan problem gangguan kesehatan dan dapat dikenali sebagai suatu penyakit yang agak spesifik diduga berhubungan dengan pemaparan udara dalam ruangan, seperti penyakit legionnaire, asma, dermatitis dll. Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kualitas udara dalam suatu ruangan kerja yang dapat menyebabkan problem SBS dan BRI antara lain:

1. Kontaminan udara dalam ruangan, meliputi:
   - Kontaminan biologis
   - Formaldehid
   - Bahan-bahan yang mudah menguap (VOC's)
   - Sisa hasil pernafasan
   - Sisa hasil pembakaran
   - Partikel-partikel dalam udara
2. Faktor fisik, meliputi:
   - Suhu udara
   - Kelembaban
   - Kecepatan gerakan udara untuk sirkulasi
3. Sistem ventilasi udara yang digunakan.

4.2 Pengertian Kualitas Udara dalam Ruang Kerja

Menurut *National Health and Medical Reasearch Council* (NHMRC, 1985) bahwa yang dimaksud dengan kualitas udara dalam ruangan adalah udara di dalam suatu bangunan yang dihuni atau ditempati untuk suatu periode yang sekurang-kurangnya 1 jam oleh orang dengan berbagai status kesehatan yang berlainan. Pada suatu ruangan kerja, di mana ditempati oleh banyak orang dengan berbagai kondisi kesehatan maka kemungkinan untuk dapat terpapar oleh resiko infeksi melalui kontak dengan orang lain sangat besar. Ruang kerja yang terlalu padat penghuninya dan sistem AC yang kurang terawat dengan sirkulasi udara yang kurang memadai akan dapat meningkatkan resiko timbulnya gangguan kesehatan. Resiko tersebut kemungkinan dapat lebih diperparah oleh kondisi sebagai berikut:

- Asap rokok dalam ruangan
- Bahan-bahan bangunan, furniture, dan peralatan-peralatan modern
- Produk-produk pembersih ruangan
- Bahan-bahan pencemar udara dari luar ruangan dll.

Mengingat kualitas udara yang memenuhi syarat kesehatan dan keselamatan sangat diperlukan oleh semua penghuni ruangan (karyawan) maka harus selalu dijaga dan diupayakan tetap dalam kisaran yang nyaman untuk bekerja.

4.3 Kontaminan Udara dalam Ruang Kerja

Biasanya dalam suatu observasi dan investigasi lapangan, kita sering terpaku hanya kepada pemaparan bahan kimia tertentu yang kadarnya cukup tinggi yang dapat menyebabkan keracunan, menimbulkan penyakit yang parah atau kematian. Sementara itu pemaparan terhadap kadar kontaminan yang rendah yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan meskipun tidak berat masih sering diabaikan. Padahal apabila telah terjadi akumulasi dari bahan-bahan pencemar meskipun kadarnya rendah, akan dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang bersifat kronis. Di bawah ini akan kita bahas beberapa jenis kontaminan atau bahan pencemar yang sering dapat menurunkan kualitas udara dalam suatu ruang kerja, yaitu:

1) Karbon Dioksida (CO_2)

Karbon dioksida merupakan sisa hasil pembakaran dari sistem pernafasan. CO_2 jarang dipertimbangkan sebagai suatu bahan pencemar, padahal secara umum dapat mempengaruhi kenyamanan penghuninya.

Kadar CO_2 merupakan indikator yang bagus untuk mengetahui efektif tidaknya sistem ventilasi dalam ruangan yang bersangkutan. Kadar CO_2 dalam suatu ruangan harus diusahakan < 1.000 ppm. Apabila kadar CO_2 melebihi batas tersebut maka memberikan indikasi bahwa jumlah udara segar yang dialirkan melalui sistem ventilasi tidak mencukupi. ASHRAE Standard 62-1989 merekomendasikan untuk ruang kerja perkantoran harus mempunyai rata-rata aliran udara masuk sekurang-kurangnya 10 L/det/orang untuk mempertahankan kadar CO_2 di bawah 1.000 ppm. Dari hasil penelitian Tarwaka & Bakri (2001) dilaporkan bahwa suatu ruangan dengan konsentrasi karbon dioksida di atas 1.000 ppm menyebabkan gangguan kesehatan dan kenyamanan penghuninya.

2) Produk Hasil Pembakaran

Menurut Hau (1997) bahwa produk sisa hasil pembakaran dapat meliputi karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO & NO_2) dan mungkin hidrokarbon (HC). Gas-gas tersebut dapat bersumber dari dalam bangunan itu sendiri seperti; pembakaran akibat proses masak-memasak, merokok dalam ruang kerja. Timbal (Pb) merupakan bahan pencemar yang potensial yang sering ditemukan dalam kadar cukup tinggi di ruangan kerja dekat dengan parkir. Sumber-sumber bahan pencemaran yang berasal dari luar bangunan biasanya dibawa masuk ke dalam ruangan melalui aliran udara ventilasi. CO yang terikat dalam darah terutama hae-moglobin akan menghambat fungsi oksigen dalam sirkulasi. Pada konsentrasi tinggi CO dapat menyebabkan kematian, sedangkan NO dapat menyebabkan iritasi pada mata dan saluran pernafasan. Mesin-mesin pembangkit yang sering digunakan seperti

generator, mesin diesel, kompresor dll, harus ditempatkan pada ruang yang terpisah dengan gedung induk dan dipelihara agar pekerja tidak terpapar oleh gas emisi dari mesin-mesin tersebut.

Standar untuk kadar gas CO di ruang kerja perkantoran adalah 10 ppm untuk 8 jam kerja (WHO, 1976; SAA, 1980). Sedangkan baku mutu lingkungan berdasarkan SK.MEN-KLH: No.02 (1988) adalah sebagai berikut: kadar CO (10.000 $\mu g/Nm^3/24$ jam), kadar NO_2 (150 $\mu g/Nm^3/24$ jam), Hidrokarbon (160 $\mu g/Nm^3/3$ jam) dan kadar Pb (2 $\mu g/Nm^3/24$ jam). Kadar bahan pencemar di dalam udara lingkungan harus diupayakan serendah mungkin atau setidaknya diupayakan mendekati kadar udara ambien.

3) Formaldehid

Formaldehid merupakan gas yang tidak berwarna dengan bau yang cukup tajam. Formaldehid biasanya dihasilkan dari bahan-bahan bangunan seperti plywood, karpet, furniture, *Urea-Formaldehyde Foam Insulation* (UFFI). Pemaparan Formaldehid pada kadar yang cukup rendah 0,05 - 0,5 ppm dapat menyebabkan mata terbakar, iritasi pada saluran nafas bagian atas dan dicurigai sebagai karsinogen (Heryuni, 1993).

4) Ozon (O_3)

Berbagai proses kegiatan dan peralatan yang menggunakan sinar ultra violet (UV) atau menyebabkan ionisasi udara mungkin menghasilkan ozon. Peralatan kerja yang dapat mengeluarkan ozon antara lain; printer lazer, lampu UV, mesin photo copy dan ioniser. Ozon merupakan gas yang sangat beracun dan mempunyai efek pada konsentrasi rendah. Menurut WHS (1992) bahwa ozon dapat menyebabkan iritasi pada mata dan saluran pernafasan. Oleh karena ozon merupakan gas yang sangat mudah bereaksi, pada umumnya hanya dapat dijumpai dekat dengan sumbernya dan hanya mempunyai pengaruh yang kecil pada lingkungan udara dalam ruang kerja.

5) Partikel-Partikel dalam Udara Ruang Kerja

Partikel-partikel yang biasanya terdapat dalam ruangan udara meliputi; partikel hasil pembakaran dari proses memasak dan merokok, debu dari pakaian, kertas dan karpet, serat asbes dari bahan bangunan, serat fiberglass yang terdapat dalam saluran pipa AC.

Secara umum kadar partikel yang berlebihan dapat menyebabkan reaksi alergik seperti mata kering, problem kontak lensa mata, iritasi hidung, tenggorokan dan kulit, batuk-batuk dan sesak nafas. Pada gedung-gedung perkantoran rerata partikel debu pada ruangan *non-smoking area* adalah 10 $\mu g/m^3$ sedangkan pada *smoking area* berkisar antara 30-100 $\mu g/m^3$ (Morey et al., 1991). Standar maksimum partikel debu untuk ruang kerja perkantoran ternyata beragam. WHO (1976) menetapkan rerata kadar debu dalam setahun adalah 40 $\mu g/m^3$ dan kadar maksimum 24 jam

adalah 120 μg/m^3. NH&MRC (1985) menetapkan rerata kadar dalam setahun adalah 90 μg/m^3. Sedangkan SAA (1980) menetapkan rerata kadar dalam setahun adalah 60 μg/m^3 dan kadar maksimum 24 jam adalah 150 μg/m^3.

6) Pencemaran Mikrobiologi

Kelembaban udara yang tinggi, sirkulasi udara yang tidak seimbang, bangunan yang terlalu rapat satu sama lain, sistem AC yang menggunakan air dan kondensasi akan merangsang tumbuh dan berkembangnya mikrobiologi seperti virus, bakteri, jamur, protozoa, dll.

Virus, bakteri dan jamur dapat menyebabkan infeksi dan reaksi alergik pada lingkungan dalam ruangan tertutup. Infeksi oleh bakteri tertentu seperti penyakit legionnaire dapat disebarkan melalui sistem AC yang menggunakan *cooling towers* (Lieckfield & Farrar, 1991). Pemeliharaan yang kurang bagus dari system ventilasi tersebut akan membantu pertumbuhan organisme mikrobiologi. Sedang pemaparan untuk waktu yang lama oleh jamur dan mikroorganisme lainnya dapat menyebabkan alergi atau reaksi asmatik bagi penghuni gedung ber-AC.

4.4. Konsentrasi Oksigen (O_2)

Oksigen merupakan komponen udara yang dapat mempengaruhi tingkat kualitas udara dalam ruangan. Gedung-gedung yang menggunakan sarana pengatur suhu ruangan (AC) dengan sistem sirkulasi udara mempunyai kelemahan yaitu semakin lama pengaliran udara akan semakin berkurang pula konsentrasi oksigennya (Soedirman, 91). Hal tersebut disebabkan karena oksigen selalu dibutuhkan untuk proses pernafasan manusia. Pada kondisi normal udara mengandung oksigen sekitar 20,9%.

Standard minimum yang ditetapkan oleh NIOSH (1984) untuk ruang tertutup dan ber AC adalah 19,5%. Apabila konsentrasi O_2 di suatu ruangan berada pada konsentrasi di bawah kadar tersebut dapat mengakibatkan gangguan kesehatan berupa; pusing, mudah mengantuk, pernafasan menjadi sesak, dll. (Tarwaka & Bakri, 2001).

4.5 Cuaca Kerja

Cuaca kerja merupakan kombinasi dari komponen suhu udara, kecepatan gerakan udara dan kelembaban udara. Komponen-komponen tersebut dapat mempengaruhi persepsi kualitas udara dalam ruangan kerja, sehingga harus selalu dijaga agar berada pada kisaran yang dapat diterima untuk kenyamanan penghuninya.

Komplain tentang ketidaknyamanan suhu udara dalam ruang kerja sering terjadi pada penghuni gedung-gedung perkantoran. Masalah kualitas udara dalam ruangan tersebut biasanya disebabkan karena, kelembaban dan gerakan udara di

luar batas yang dianjurkan. Didasarkan pada rekomendasi NIOSH (1984), tentang kriteria untuk suhu nyaman; suhu udara dalam ruang yang dapat diterima adalah berkisar antara: 20 - 24 °C untuk musim dingin dan 23 - 26 °C untuk musim panas pada kelembaban 35 - 65 %. Rata-rata gerakan udara untuk ruang yang ditempati tidak melebihi 0,15 m/det untuk musim dingin dan 0,25 m/det untuk musim panas. Kecepatan udara di bawah 0,07 m/det akan memberikan rasa yang tidak enak di badan dan rasa tidak nyaman. WHO (1976) memberikan rekomendasi tentang kecepatan gerakan udara dan kelembaban yang harus disesuaikan dengan kondisi suhu udara setempat untuk mendapatkan udara yang nyaman (table 4.1).

Tabel 4.1 Kecepatan gerakan udara yang direkomendasikan untuk ruang kerja yang disesuaikan dengan suhu dan kelembaban ruangan setempat

SUHU		KELEMBABAN (%)	KECEPATAN UDARA	
Suhu Kering °C	Suhu Basah °C		Minimum (m/det)	Maksimum (m/det)
21	19	80	0,15	0,30
24	16	40	0,15	0,30
24	18	60	0,25	0,40
24	21	80	0,25	0,50
27	16	30	0,25	0,50
27	19	50	0,40	0,50
27	23	75	0,50	0,80
29	16	25	0,40	0,80
29	19	45	0,50	0,80
29	23	65	0,80	0,80
32	17	20	0,50	0,80
32	22	40	0,80	0,80
32	26	60	1,00	1,00

Sumber: WHO 1976

Sebagai bahan pertimbangan, di mana Indonesia merupakan daerah tropis yang mempunyai suhu udara lebih panas dengan kelembaban yang jauh lebih tinggi, maka rekomendasi dari NIOSH (1984) tersebut perlu dikoreksi apabila diterapkan di daerah tropis. Dan berdasarkan penelitian untuk ruang ber-AC dianjurkan menyetel suhu antara 24 - 26°C sebagai suhu nikmat atau perbedaan antara suhu di dalam dan di luar ruangan tidak lebih dari 5°C (Pusperkes, 1995).

Salah satu upaya untuk mendapatkan ruangan dengan udara yang nyaman adalah dengan memasang AC pada ruang kerja. Pemasangan AC biasanya dapat

dilakukan baik secara sentral maupun secara *split* (AC biasa). Pada dasarnya kedua jenis AC tersebut mempunyai prinsip pengaliran udara yang agak berbeda. Pada *AC split*, udara dari luar gedung dihisap dan didinginkan dalam suatu phase kemudian dihembuskan ke dalam ruangan, selanjutnya udara dikeluarkan melalui lubang-lubang yang dibuka dan ditutup. Sedangkan pada AC sentral, udara didinginkan dan kemudian dihembuskan kedalam ruangan yang selanjutnya udara di dalam ruangan yang masih agak dingin dihisap lagi untuk didinginkan kembali dan kemudian dihembuskan ke dalam ruangan lagi, demikian seterusnya. Pada AC sentral ada kemungkinan udara yang dialirkan terkontaminasi dengan bahan-bahan pencemar yang berasal dalam ruangan itu sendiri, seperti; gas CO_2 sebagai sisa pernafasan, gas CO terutama dari asap rokok, O^3 dari peralatan kerja. Meskipun bahan pencemar tersebut kadarnya relatif kecil, oleh karena terakumulasi dalam waktu yang lama kemungkinan dapat mengakibatkan gangguan kesehatan penghuninya.

Dari uraian tersebut, secara ringkas dapat digambarkan tentang faktor-faktor yang biasanya dapat mempengaruhi atau menyebabkan rendahnya kualitas udara dalam ruangan kerja seperti pada tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4.2. Kondisi yang Dapat Mempengaruhi Kulaitas Udara di Ruang Kerja

No.	Komponen	Contoh Kondisi yang Dapat Mempengaruhi Kualitas Udara
1.	Air Conditioning (AC)	
	* Desain	* Kapasitas pendingin tidak cukup
	* Tahap operasional	* Tidak dihidupkan sebelum karyawan masuk
	* Pemeliharaan	* Filter tidak diganti
2.	Material Bangunan	
	* Baru	* Cat, fabric, furnishing dapat melepas gas pencemar
	* Lama	* Tetesan air sering merusak karpet
3.	Aktivitas Pekerjaan	
	* Fotocopy	* Melepas ozone
	* Pemeliharaan ruangan	* Melepas debu dan partikel
	* Aktivitas dari tetangga	* Asap dari proses memasak
	* Proses pemanasan	* Oven dan pengering melepas gas sisa pembakaran
4.	Manusia	* Merokok, bau badan dan parfume
5.	Udara Luar Ruangan	
	* Polutan ambien	* Sulfur dioksida, nitrogen dioksida, dll.
	* Area parkir	* Asap kendaraan bermotor
	* Konstruksi bangunan	* Debu dll.

4.6 Pengujian Kualitas Udara

Untuk mengetahui dan menilai kondisi kualitas udara dalam ruangan terhadap parameter-parameter yang ditetapkan, kita dapat mengacu baik pada standard nasional maupun internasional yang berlaku.

- ***Faktor -faktor yang harus diuji setidaknya meliputi parameter:***
  Faktor Fisik Lingkungan Kerja:
  * Suhu (basah dan kering)
  * Indek Suhu Basah dan Bola (ISBB).
  * Kelembaban Relatif
  * Kecepatan gerakan udara (m/det)

  Kontaminan Udara:
  * Partikel : Debu
  * Hasil pernapasan: karbon dioksida (CO_2)
  * Pembakaran gas-gas: karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO_2), sulfur diaksoda (SO_2) dll.
  * Konsentrasi oksigen (O_2) di udara
  * Ozon (O_3)
  * Formaldehid (HCHO)

- ***Langkah-langkah pengujian :***

  a. Survei Awal
  * Mendiskusikan problem kualitas udara yang muncul dan dirasakan tidak nyaman oleh sebagian besar karyawan.
  * Identifikasi tanda-tanda, gejala dan keluhan yang dialami oleh sebagian besar karyawan.
  * Membagikan kuesioner tentang perasaan subjektif karyawan berkaitan dengan kualitas udara dan pengaruhnya terhadap gangguan kesehatan.
  * Investigasi sistem ventilasi (AC) yang digunakan.
  * Survei tata letak ruang, tata letak stasiun kerja, dll
  * *Walk-Through Survey*: membuat sketsa ruangan yang diinvestigasi, pendataan alat dan sarana kerja, identifikasi material yang digunakan dll.
  * Pengujian awal terhadap parameter suhu udara, kelembaban dan aliran atau sirkulasi udara.

  b. Survei Lengkap
  * Penilaian sistem ventilasi secara detail.
  * Pengujian suhu udara, kelembaban udara, aliran udara secara detail.
  * Pengambilan sample gas-gas dan partikel udara yang diduga sebagai penyebab rendahnya kualitas udara ruangan kerja seperti kadar O_2, O_3, CO_2, CO, NO_2, SO_2, Formaldehid, debu dll.

c. ***Analisis Data***

* Menggunakan standard nasional dan internasional yang berlaku untuk mencocokkan dengan hasil pengukuran

* Mencari korelasi antara data dan keluhan/komplain yang dialami karyawan.

d. ***Rekomendasi***

* Didasarkan hasil evaluasi dan analisa data

* Mengambil langkah-langkah tindakan berdasarkan skala urgensi

4.7 Langkah-Langkah Alternatif Pengendalian

Apabila kualitas udara dalam ruang kerja telah diidentifikasi dan dinilai keberadaannya, maka apabila ditemukan hal-hal yang dapat menurunkan kualitas udara dalam suatu ruangan harus segera dilakukan perbaikan sebagai upaya pengendalian. Pengendalian terhadap kualitas udara dalam ruang kerja dapat ditempuh melalui cara yang sudah lazim digunakan yaitu dengan mengikuti hierarki pengendalian (Mutchler and Golenblewski, 1991 dan Grantham, 1992) di antaranya dapat dijelaskan sebagai berikut:

1) ***Pemindahan atau penggantian sumber pencemaran.***

Pengendalian ini terutama dimaksudkan untuk menurunkan atau menggantikan bahan-bahan yang lebih berbahaya dengan yang kurang berbahaya. Di samping itu juga dapat dilakukan dengan memindahkan peralatan-peralatan yang dapat mencemari ruangan kerja ke tempat lain yang terpisah dengan ruangan induk. Sebagai contoh, memindahkan mesin diesel ke tempat yang terpisah dengan gedung induk, sehingga gas emisi tidak masuk ke dalam ruangan kerja.

2) ***Modifikasi tempat atau proses kerja.***

Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi tingkat pemaparan bahan pencemar terhadap tenaga kerja. Satu contoh yang sederhana adalah memindahkan mesin foto copy agak jauh dari tempat kerja yang banyak tenaga kerjanya atau mengisolasinya pada ruangan tersendiri. Perlu dicatat bahwa dalam memodifikasi tempat atau proses kerja tidak boleh mengurangi kenyamanan dan efisiensi kerja.

3) ***Desain sistem ventilasi udara.***

Ventilasi adalah salah satu sarana untuk memelihara udara ruangan agar dicapai kualitas udara yang diinginkan. Hal ini dapat dicapai dengan menempatkan atau memindahkan pengaliran sumber udara bersih jauh dari sumber udara yang terkontaminasi. Dan apabila di dalam ruangan terdapat sumber pencemaran, maka sistem pengendalian dapat menggunakan "*Local Exhaust Ventilation*", "*Dilution Ventilation*" atau " *Air Cleaning*".

4) Pengendalian Administrasi

Disamping cara-cara pengendalian teknis tersebut, perlu dipikirkan pula cara-cara pengendalian administrasi, antara lain:

* Mengembangkan jalur komunikasi antara tenaga kerja dengan pimpinan perusahaan untuk menemukan problem-problem yang muncul dan menemukan cara pengendalian yang tepat.
* Membersihkan tempat kerja secara reguler.
  * Memelihara dan membersihkan sarana ventilasi secara reguler agar dapat berfungsi secara optimal.
  * Merancang ruangan untuk perokok yang terpisah dari ruangan kerja ber-AC.
  * Pengecatan ruangan, pembersihan karpet, atau penyemprotan pestisida harus dilakukan di luar jam-jam kerja, dan ventilasi harus sudah dihidupkan kembali sebelum tenaga kerja masuk ruangan.

KUALITAS UDARA DALAM RUANG KERJA

4.8 Kepustakaan.

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), 1989. Ventilation for Indoor Air Quality, ASHRAE Standards-62, Atlanta.

Grantham, D. 1992. *Occupational Health & Safety*. Guidebook for the WHSO. Merino Lithographics Moorooka Queensland. Australia: 208-216.

Hau, E., 1997. Lectures and Practical Sessions on Indoor Air Quality, The University of Queensland, Australia.

Heryuni, S., 1993. Kualitas Lingkungan Kerja Perkantoran dan Standarnya, Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja, Jakarta, XXVI (2 dan 3): 11-27.

Lieckfield, Jr., R.G. and Farrar, A.C., 1991. Indoor Air Quality in Nonindustrial Occupational Environments. In: Clayton, G.D. & Clayton, F.E. Eds. *Patty's Industrial Hygiene and Toxicology*, *General Principles* 4th Edt. Vol.I (A), John Wiley & Sons, Inc, Amerika.

Morey, P.R., & Singh, J. 1991. Indoor Air Quality in Non Industrial Occupational Enviroments. *Patty's Industrial Hygiene and Toxicology,* 4th Edt. USA.

Mutchler, J.E. & Golenblewski, M.A. 1991. Air Pollution Control. In: Clayton, G.D. & Clayton, F.E. Eds. Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, General Principles 4th Edt. Vol.I (A), John Wiley & Sons, Inc, Amerika.

National Health and Medical Reaserch Council (NH&MRC), 1985. Recommended Methods for Monitoring Air Pollutants in The Environment. Australian Government.

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 1984. A Guide to Safety In Confined Space, U.S. Departemnt of Health and Human Services, Amerika.

PUSPERKES, 1995. Penelitian Kualitas Iklim Kerja dan Kebisingan Lingkungan Kerja Perkantoran, Jakarta.

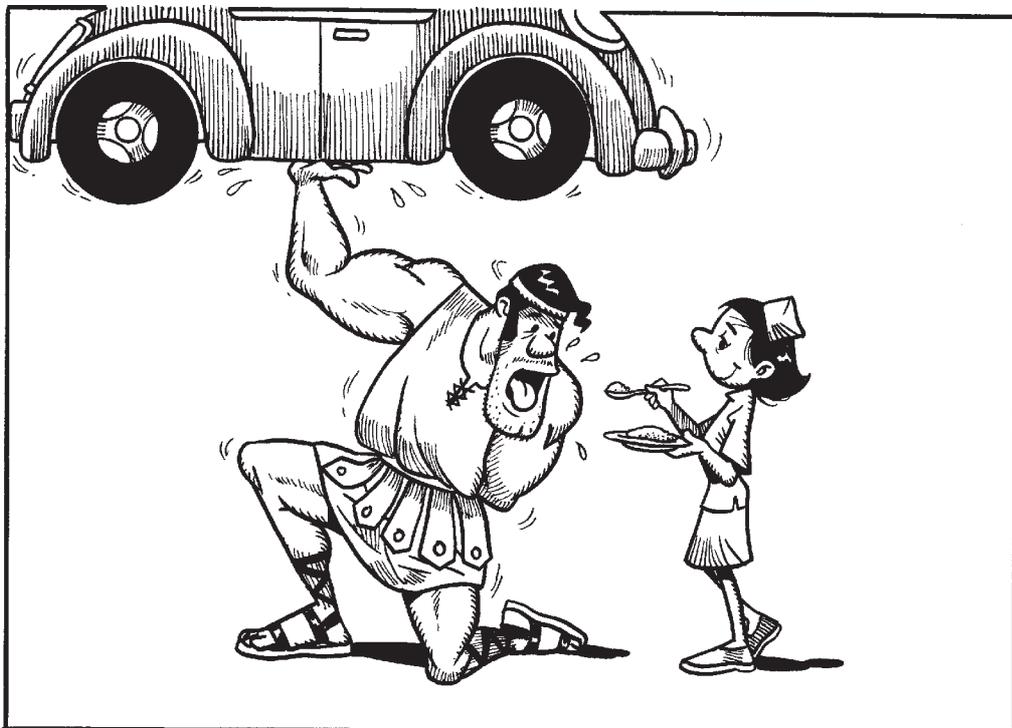
Soedirman, 1991. Central Air Conditioning System and Its Influence to Indoor Air Quality In Office Works of Highrise Building, Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja, Jakarta, XXIV (3 dan 4): 39-47.

Standards Association of Australia (SAA), 1980. *Mechanical Ventilation and Air Conditioning Code*, Part 2, Australia.

Tarwaka & Bakri, S.A. 2001. *Kurangnya Sirkulasi Udara Menyebabkan Gangguan Kesehatan dan Kenyamanan Karyawan di Basemen Hotel*. Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja, Jakarta: XXXIV(3): 26-33.

World Health Organisation (WHO), 1976. *Suess, M.J. & Craxford, Eds. Manual on Urban Air Quality Management*, Copenhagen.

Workplace Health and Safety (WHS), 1992. *Indoor Air Quality, A Guide for Healthy and Safe Workplaces*, Queensland Government, Australia.

BAB 5

Organisasi Kerja dan Kebutuhan Gizi Kerja

Organisasi kerja terutama menyangkut waktu kerja; waktu istirahat; sistem kerja harian/borongan; masuk kerja dan insentif dapat berpengaruh terhadap produktivitas, baik langsung maupun tidak langsung. Manuaba (1990) menjelaskan bahwa jam kerja berlebihan, jam kerja lembur di luar batas kemampuan akan dapat mempercepat munculnya kelelahan, menurunkan ketepatan, kecepatan dan ketelitian kerja. Oleh karena setiap fungsi tubuh memerlukan keseimbangan yang ritmis antara asupan energi dan penggantian energi (kerja-istirahat), maka diperlukan adanya waktu istirahat pendek dengan sedikit kudapan (15 menit setelah 1,5 - 2 jam kerja) untuk mempertahankan performansi dan efisiensi kerja.

5.1 Fisiologi Tubuh saat Bekerja dan Istirahat

Pada dasarnya aktivitas kerja merupakan pengerahan tenaga dan pemanfaatan organ-organ tubuh melalui koordinasi dan perintah oleh syaraf pusat. Besar kecilnya pengerahan tenaga oleh tubuh sangat tergantung dari jenis pekerjaan (fisik atau mental). Secara umum jenis pekerjaan yang bersifat fisik memerlukan pengerahan tenaga yang lebih besar dibandingkan jenis pekerjaan yang bersifat mental. Namun demikian, secara kualitatif baik kerja fisik maupun mental fungsi fisiologis tubuh adalah tetap sama yaitu dengan bekerja maka aktivitas persyarafan bertambah, otot-otot menegang, meningkatnya peredaran darah ke organ-organ tubuh yang bekerja, nafas menjadi lebih dalam, denyut jantung dan tekanan darah

meningkat. Sedangkan secara kuantitatif, antara kerja fisik dan mental adalah berbeda dan sangat dipengaruhi oleh beban pekerjaan. Pada kerja fisik maka peranan pengerahan tenaga otot lebih menonjol dan untuk kerja mental peranan kerja otak yang lebih dominan.

Menurut Suma'mur (1982) bahwa bekerja adalah anabolisme yaitu mengurai atau menggunakan bagian-bagian tubuh yang telah dibangun sebelumnya. Dalam keadaan demikian, sistem syaraf utama yang berfungsi adalah komponen simpatis. Maka pada kondisi seperti itu, aktivitas tidak dapat dilakukan secara terus-menerus, melainkan harus diselingi istirahat untuk memberi kesempatan tubuh melakukan pemulihan. Pada saat istirahat tersebut, maka tubuh mempunyai kesempatan membangun kembali tenaga yang telah digunakan (katabolisme). Pada saat bekerja, otot mengalami kontraksi atau kerutan dan pada saat istirahat terjadi pengendoran atau relaksasi otot. Dengan kontraksi, peredaran darah yang membawa oksigen dan bahan makanan serta menyalurkan keluar sisa-sisa metabolisme terhambat. Dengan demikian antara kerutan dan pengendoran otot harus terjadi secara seimbang untuk mencegah terjadinya kelelahan otot yang lebih awal. Secara lebih luas lagi, pembagian waktu kerja dan istirahat lazimnya adalah bekerja pada waktu siang dan istirahat di malam harinya. Setelah pada siang harinya kita bekerja selama kurang lebih 8 jam mengalami kepenatan, maka pada malam harinya diupayakan untuk melakukan pemulihan tenaga agar keesokan harinya dapat bekerja kembali secara bugar. Secara fisiologis, apabila pemulihan pada malam hari tidak cukup, maka secara otomatis performansi kerja pada hari berikutnya akan menurun.

Grandjean (1993) menjelaskan bahwa setiap fungsi tubuh manusia dapat dilihat sebagai keseimbangan ritmis antara kebutuhan energi (kerja) dengan penggantian kembali sejumlah energi yang telah digunakan (istirahat). Kedua proses tersebut merupakan suatu bagian integral dari kerja otot, kerja jantung dan keseluruhan fungsi biologis tubuh. Dengan demikian jelas bahwa untuk memelihara performansi dan efisiensi kerja, waktu istirahat harus diberikan secukupnya, baik di antara waktu kerja maupun di luar jam kerja (istirahat pada malam hari).

5.2 Pengaturan Waktu Kerja dan Waktu Istirahat

Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa pengaturan waktu kerja-waktu istirahat harus disesuaikan dengan sifat, jenis pekerjaan dan faktor lingkungan yang mempengaruhinya seperti lingkungan kerja panas, dingin, bising, berdebu dll. Namun demikian secara umum, di Indonesia telah ditetapkan lamanya waktu kerja sehari maksimum adalah 8 jam kerja dan selebihnya adalah waktu istirahat (untuk kehidupan keluarga dan sosial kemasyarakatan). Memperpanjang waktu kerja lebih dari itu hanya akan menurunkan efisiensi kerja, meningkatkan kelelahan, kecelakan

dan penyakit akibat kerja. Tetapi dalam pelaksanaannya, banyak perusahaan yang mempekerjakan karyawannya di luar jam kerja (kerja lembur) dengan berbagai alasan. di sisi lain para karyawan juga merasa senang melakukan kerja lembur, karena akan mendapatkan penghasilan tambahan di luar penghasilan pokok.

Dari sudut pandang fisiologi, kerja lembur sangat merugikan kesehatan. Dalam putaran 24 jam sehari terdapat 3 siklus keseimbangan tubuh yaitu 8 jam kerja, 8 jam interaksi sosial dan 8 jam istirahat. Apabila kerja lembur dilakukan di luar 8 jam kerja tersebut sudah barang tentu siklus keseimbangan akan terganggu. Secara fisiologis, kerja lebih dari 8 jam/hari akan sangat melelahkan. Pada kondisi yang lelah fungsi panca indera jelas tidak dapat berjalan normal. Dan telah terbukti bahwa banyak kecelakaan kerja terjadi pada sesi kerja lembur di samping tingkat produktivitas kerja juga rendah.

Dalam hal lamanya waktu kerja melebihi ketentuan yang telah ditetapkan (8 jam per hari atau 40 jam seminggu), maka perlu diatur waktu-waktu istirahat khusus agar kemampuan kerja dan kesegaran jasmani tetap dapat dipertahankan dalam batas-batas toleransi. Pemberian waktu istirahat tersebut secara umum dimaksudkan untuk:

- Mencegah terjadinya kelelahan yang berakibat kepada penurunan kemampuan fisik dan mental serta kehilangan efisiensi kerja
- Memberi kesempatan tubuh untuk melakukan pemulihan atau penyegaran
- Memberi kesempatan waktu untuk melakukan kontak sosial

Kaitanya dengan masalah waktu istirahat, berdasarkan pengalaman dan pengamatan di lapangan, ternyata terdapat empat jenis istirahat yang dilakukan oleh para pekerja selama jam kerja berlangsung, yaitu istirahat secara spontan, istirahat curian, istirahat oleh karena ada hubungannya dengan proses kerja dan istirahat yang merupakan ketetapan resmi.

1) Istirahat spontan adalah istirahat pendek segera setelah pembebanan kerja. Sebagai contoh: pekerja mengangkat dan mengangkut beras secara manual seberat 50 kg dengan jarak 15 meter. Setelah meletakkan beras tersebut secara otomatis pekerja akan beristirahat pendek untuk mengembalikan hutang oksigen yang telah digunakan pada waktu mengangkat dan mengangkut tadi.
2) Istirahat curian adalah istirahat yang terjadi jika beban kerja tak dapat diimbangi oleh kemampuan kerja. Istirahat demikian terjadi apabila beban pekerjaan baik fisik maupun mental lebih besar dari kemampuan kerjanya, sehingga menimbulkan reaksi tubuh untuk mengatasi kelebihan beban tersebut.

3) Istirahat oleh karena proses kerja tergantung dari bekerjanya mesin-mesin, peralatan atau prosedur-prosedur kerja. Sebagai contoh: pada proses produksi dengan system ban berjalan, waktu istirahat tergantung dari ketrampilan dan kecepatan kerja operatornya. Semakin terampil dan cepat dia bekerja maka akan semakin banyak waktu istirahat yang diperoleh.
4) Istirahat yang ditetapkan adalah istirahat atas dasar ketentuan perundang-undangan yang berlaku, seperti istirahat selama 1 jam setelah melakukan 4 jam kerja, dan diselingi dengan istirahat 15 menit setelah 2 jam kerja dll.

Pada kenyataannya keempat jenis waktu istirahat tersebut memperlihatkan saling keterkaitan antara satu dengan yang lainnya. Apabila waktu kerja dan istirahat resmi telah diatur dengan tepat (kapasitas kerja= beban utama + beban tambahan) maka dengan sendirinya istirahat curian dan istirahat spontan dapat diminimali-sasikan. Kemudian semakin lelah kondisi seorang pekerja maka akan semakin banyak dia melakukan istirahat curian.

5.3 Hari Kerja

Jumlah jam kerja yang efisien untuk seminggu adalah antara 40 - 48 jam yang terbagi dalam 5 atau 6 hari kerja. Maksimum waktu kerja tambahan yang masih efisien adalah 30 menit. Sedangkan di antara waktu kerja harus disediakan waktu istirahat yang jumlahnya antara 15-30% dari seluruh waktu kerja. Apabila jam kerja melebihi dari ketentuan tersebut akan ditemukan hal-hal seperti; penurunan kecepatan kerja, gangguan kesehatan, angka absensi karena sakit meningkat, yang kesemuanya akan bermuara kepada rendahnya tingkat produktivitas kerja.

Di Indonesia telah dikenal dengan sistem 6 hari kerja dan 5 hari kerja seminggu. Penerapan sistem kerja dengan 5 hari kerja sebetulnya sudah lama dikenalkan di Indonesia, teruma di kantor pemerintahan dan BUMN. Sedangkan untuk lingkungan perusahaan masih sedikit yang menerapkannya. Sistem 5 hari kerja tersebut sebetulnya hanya mengadop sistem barat. Salah satu pertimbangannya adalah agar karyawan mempunyai waktu libur yang cukup sehingga kualitas hidup meningkat. Ternyata sistem kerja tersebut cukup efektif diterapkan di negara negara maju karena sistem pengupahannya sangat baik. Demikian juga, penerapan sistem 5 hari kerja di lingkungan pemerintah termasuk BUMN tidak menimbulkan gejolak. Hal tersebut disebabkan karena sistem penggajian tetap dan hanya mengubah jam kerja.

Sebaliknya penerapan sistem 5 hari kerja sering menjadi masalah apabila diterapkan di perusahaan di Indonesia. Penyebabnya tidak lain adalah standar pengupahan sangat rendah yang menyebabkan kebutuan dasar keluarga tidak tercukupi.

Contoh kasus: *Pada salah satu perusahaan 'X' di Jawa Timur, pihak manajemen melakukan perubahan dari 6 hari kerja menjadi 5 hari kerja dengan alasan efisiensi kerja. Ternyata pihak pekerja melakukan penolakan, karena pemendekan hari kerja tersebut dikuti oleh pengurangan pendapatan atau upah. Hal tersebut terjadi karena perusahaan menggunakan sistem harian dengan penggajian mingguan.*

Tentunya sangat bijaksana apabila perubahan dari 6 hari menjadi 5 hari kerja (jumlah jam kerja tetap) tetapi upah yang dibayarkan tetap untuk 6 hari kerja. Pada kasus tersebut, sebetulnya baik pihak pekerja maupun pihak perusahaan tidak akan dirugikan apabila dapat melakukan efisiensi dan meningkatkan produktivitas kerja. Apabila efisiensi kerja meningkat dan pekerjaan dapat diselesaikan tepat waktu, maka dengan sendirinya kerja lembur tidak diperlukan lagi.

5.4 Kebutuhan Gizi Kerja

Gizi kerja adalah pemberian gizi yang diterapkan kepada masyarakat pekerja dengan tujuan untuk meningkatkan derajat kesehatan, efisiensi dan produktivitas kerja yang setinggi-tingginya. Sedangkan manfaat yang diharapkan dari pemenuhan gizi kerja adalah untuk mempertahankan dan meningkatkan ketahanan tubuh serta menyeimbangkan kebutuhan gizi dan kalori terhadap tuntutan tugas pekerja.

5.4.1 Zat gizi dan sumber makanan

Manusia memerlukan zat gizi yang bersumber dari makanan. Bahan makanan yang diperlukan tubuh mengandung unsur utama seperti karbohidrat, protein, lemak, vitamin dan mineral. Fungsi dari zat-zat gizi tersebut adalah sebagai sumber tenaga atau kalori (karbohidrat, lemak dan protein), membangun dan memelihara jaringan tubuh (protein, air dan mineral) dan mengatur proses tubuh (vitamin dan mineral). Secara khusus, gizi kerja adalah zat makanan yang bersumber dari bahan makanan yang diperlukan oleh tenaga kerja untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan jenis pekerjaan dan lingkungan kerjanya (Tjipta, 1990). Selanjutnya hal-hal yang perlu diketahui dalam penyusunan menu bagi pekerja adalah :

- Kebutuhan kalori dan gizi tenaga kerja
- Kebutuhan bahan dasar menu
- Pendekatan penyusunan menu bagi pekerja sesuai dengan lingkungan kerja.

Untuk mempertahankan hidup dan dapat melakukan pekerjaan setiap orang membutuhkan tenaga. Tenaga tersebut diperoleh dari pembakaran zat-zat makanan yang dikonsumsi dengan oksigen. Bila banyaknya makanan yang dikonsumsi setiap hari tidak seimbang dengan tenaga yang dikeluarkan maka tubuh akan mengalami gangguan kesehatan. Masalah yang timbul akibat ketidakseimbangan antara makanan yang dikonsumsi dengan tenaga yang

dikeluarkan sangat beragam. Jika makanan yang dimakan berlebih dibanding tenaga yang dikeluarkan maka tubuh akan menjadi gemuk, sebaliknya jika makanan yang dimakan kurang maka tubuh akan menjadi kurus. Kedua masalah ini akan mempengaruhi derajat kesehatan seseorang dan akhirnya akan berpengaruh pada efisiensi dan produktivitas kerja. Oleh karena itu sedapat mungkin diusahakan agar jumlah makanan yang dikonsumsi baik dalam kualitas maupun kuantitas sesuai dengan kebutuhan khususnya terhadap tenaga yang dikeluarkan.

5.4.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi kebutuhan gizi seseorang

Kebutuhan gizi setiap orang berbeda satu sama lainnya dan sangat tergantung pada berbagai faktor yaitu :

a. Ukuran tubuh. Semakin besar ukuran tubuh seseorang maka semakin besar pula kebutuhan kalorinya, meskipun usia, jenis kelamin dan aktivitas yang dilakukan sama.

b. Usia. Anak-anak dan remaja membutuhkan relatif lebih banyak kalori dan zat gizi lainnya dibanding dengan orang dewasa atau tua, karena selain diperlukan untuk tenaga juga untuk pertumbuhan.

c. Jenis kelamin. Laki-laki umumnya membutuhkan lebih banyak kalori dibandingkan dengan wanita. Hal ini karena secara fisiologis laki-laki mempunyai lebih banyak otot dan juga lebih aktif.

d. Kegiatan/aktivitas pekerjaan yang dilakukan. Pekerja berat akan membutuhkan kalori dan protein lebih besar dari pada mereka yang bekerja sedang dan ringan. Besarnya kebutuhan kalori tergantung banyaknya otot yang dipergunakan untuk bekerja serta lamanya penggunaan otot-otot tersebut. Disamping itu protein yang diperlukan juga lebih tinggi dari normal, karena harus mengganti atau membentuk jaringan baru yang lebih banyak dari pada keadaan biasa untuk mempertahankan agar tubuh dapat bekerja secara normal.

e. Kondisi tubuh tertentu. Pada orang yang baru sembuh dari sakit akan membutuhkan lebih banyak kalori dan zat gizi lainnya dari pada sebelum ia sakit. Pertambahan zat gizi tersebut diperlukan untuk rehabilitasi kembali sel-sel/jaringan tubuh yang rusak selama sakit. Demikian pula, bagi wanita hamil dan menyusui anaknya akan memerlukan kalori dan zat gizi lainnya yang lebih tinggi dari pada keadaan biasa.

f. Kondisi lingkungan. Pada musim hujan membutuhkan kalori lebih tinggi/ banyak dibandingkan pada musim panas. Demikian pula pada tempat-tempat yang dingin lebih tinggi dari pada tempat dengan suhu panas. Di mana tambahan kalori pada tempat-tempat dingin diperlukan untuk mempertahankan suhu tubuh.

Dengan mengetahui dan memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi kebutuhan kalori bagi tenaga kerja maka kita dapat menyusun menu sesuai dengan kebutuhan akan gizi yang diperlukan tubuh, sehingga tidak terjadi gangguan kesehatan akibat ketidak seimbangan antara gizi yang dikonsumsi dengan tenaga yang dikeluarkan.

5.4.3 Pengaruh Faktor Lingkungan Kerja

Faktor dalam lingkungan kerja menunjukkan pengaruh - pengaruh yang jelas terhadap keadaan gizi tenaga kerja. Beban kerja yang berlebihan dan lingkungan kerja panas dapat menyebabkan penurunan berat badan (Priatna, 1990). Sebaliknya motivasi psikologis yang kuat, kadang - kadang meningkatkan nafsu makan dan menjadi sebab bertambahnya berat badan dan gemuk.

a) Tekanan Panas. Untuk pekerjaan ditempat kerja bersuhu tinggi, harus diperhatikan secara khusus kebutuhan air dan garam sebagai pengganti cairan untuk penguapan. Dalam lingkungan kerja panas dan pekerjaan berat, diperlukan sekurang-kurangnya 2,8 liter air minum bagi tenaga kerja, sedangkan untuk kerja ringan dianjurkan 1,9 liter. Kadar garam tidak boleh terlalu tinggi, melainkan sekitar 0,2 % (Grantham, 1992). Tidak dibenarkan minum minuman keras atau yang mengandung alkohol oleh pekerja di tempat kerja. Susu bukan cairan penghilang dahaga dan tenaga kerja terbatas kemampuan untuk meminumnya, yaitu sekitar 1 - 2 gelas saja. Minuman - minuman lain yang tidak mengandung alkohol (softdrink) dan bersifat penyegar badan baik untuk diberikan. Untuk bekerja di tempat dingin makanan dan minuman hangat sangat membantu.

b) Bahan kimia. Bahan - bahan kimia dapat menyebabkan keracunan kronis dengan penurunan berat badan sebagai salah satu gejalanya. Beberapa bahan kimia dapat mengganggu proses metabolisme dalam tubuh dan mungkin juga dapat mengakibatkan berkurangnya selera makan. Pengaruh-pengaruh lainnya mungkin berupa gangguan saluran pencernaan dengan akibat tidak berfungsinya sistem pencernaan.

c) Faktor psikologis. Stress sebagai akibat ketidakserasian emosi, hubungan manusia dalam pekerjaan yang kurang baik, rangsangan atau hambatan psikologis, sosial dll. akan menurunkan berat badan, terjadinya penyakit dan tidak produktifnya tenaga kerja.

5.4.4 Usaha perbaikan gizi kerja di perusahaan

Hasil dari beberapa penelitian yang pernah dilakukan menunjukkan masih terdapat beberapa pengusaha beranggapan bahwa pemberian makan dan atau makanan tambahan berupa snack dan istirahat pendek akan meningkatkan

pengeluaran biaya dan merugikan perusahaan. Namun jika dikaji lebih jauh, sebenarnya banyak keuntungan yang diperoleh dengan pemberian makanan diperusahaan. Untuk itu, Suma'mur (1984) memberikan beberapa saran kepada perusahaan untuk :

a) Menyediakan kantin diperusahaan, dengan tujuan meningkatkan dan memperbaiki gizi tenaga kerja dan tanpa disadari telah memberikan pengetahuan tentang gizi terhadap pekerja.
b) Pemberian makanan / snack secara cuma-cuma pada jam-jam tertentu, di mana hal ini akan memperlambat munculnya kelelahan, meningkatkan kecepatan dan ketelitian kerja dan menghindari waktu istirahat curian.
c) Pemberian makanan tambahan dan adanya kantin diperusahaan dapat mencegah terjadinya penyakit, sehingga kehilangan waktu kerja karena absensi sakit dapat ditekan.
d) Mengadakan penyuluhan tentang kesehatan dan gizi secara teratur, sehingga kesehatan tenaga kerja yang setinggi-tingginya dapat dicapai dan dipertahankan.
e) Menerapkan hasil penelitian tentang gizi kerja yang telah dilakukan untuk meningkatkan status gizi tenaga kerja dalam upaya meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja yang setinggi-tingginya.

Dalam upaya meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja yang setinggi-tingginya pengetahuan dan penerapan gizi seimbang bagi tenaga kerja merupakan aspek yang mutlak harus dilakukan. Dengan gizi seimbang maka kesehatan tenaga kerja dapat dipertahankan dan tenaga kerja akan dapat bekerja dengan baik, tidak mudah lelah/capai dan mengurangi terjadinya tingkat kesalahan. Hal ini berarti dapat mengurangi pemborosan terhadap bahan dari perusahaan dan akhirnya akan dapat menambah keuntungan yang tinggi bagi perusahaan.

5.5 Kepustakaan

Grandjean, E. 1993. *Fitting the Task to the Man*, 4th edt. Taylor & Francis Inc. London.

Grantham, D. 1992. *Occupational Health & Safety*. Guidebook for the WHSO. Merino Lithographics Moorooka Queensland. Australia: 208-216.

Manuaba, A. 1990. Beban Kerja untuk Prajurit Dikaitkan dengan Norma Ergonomi di Indonesia. Dalam: Seminar Nasional tentang Ergonomi di Lingkungan ABRI, Jakarta.

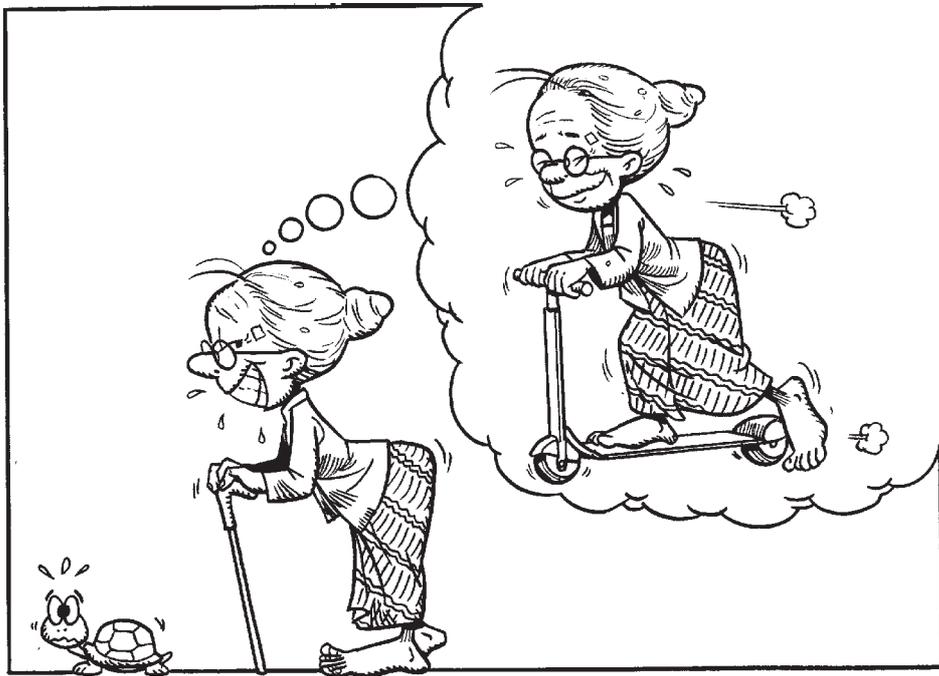
Priatna, B.L. 1990. Pengaruh Cuaca Kerja Terhadap Berat Badan. *Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja.* Vol XXIII (3):39-49.

Suma'mur, P.K. 1982. *Ergonomi Untuk Produktivitas Kerja.* Yayasan Swabhawa Karya, Jakarta.

Suma'mur, P.K. 1984. *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja.* Cet-4, Penerbit PT. Gunung Agung. Jakarta.

Tjipta, H.S. 1990. Masalah Gizi pada Tenaga Kerja. *Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja.* Jakarta. Vol. XXIII (2): 58-61.

BAB 6

Ergonomi untuk Orang Tua

Menua atau menjadi tua adalah suatu proses menghilangnya secara perlahan-lahan kemampuan jaringan untuk memperbaiki diri, atau mengganti dan mempertahankan struktur dari fungsi normalnya. Dengan begitu manusia secara progresif akan kehilangan daya tahan terhadap infeksi dan banyak distorsi metabolik maupun struktural, yang biasa disebut dengan penyakit degeneratif. Ada yang menganalogikan makin tuanya manusia seperti ausnya suku cadang mesin yang bekerjanya sangat kompleks, yang antar bagiannya saling mempengaruhi secara fisik/somatik. Tetapi sebenarnya proses penuaan merupakan kombinasi antara berbagai faktor yang saling berkaitan (Morris, 1996; Darmojo, 1999; dan Wijaya, 2000). Banyak yang mengatakan bahwa umur 50-55 tahun merupakan umur di mana manusia mulai disebut tua. Padahal banyak orang yang berumur lebih dari itu masih bekerja di industri, dan banyak produk di pasar yang digunakan oleh orang tua. Sebaliknya, pada orang tua banyak ditemukan limitasi pada dirinya, sehingga designer harus selalu memperhitungkan rancangannya untuk kelompok orang tua. Secara umum penurunan kemampuan tubuh dan kebolehan lansia, secara lebih rinci dapat dijelaskan dalam uraian di bawah ini.

6.1 Penurunan Fungsi Fisiologis pada Lansia

6.1.1 Penurunan Kemampuan Fisik

Kemampuan fisik optimal seseorang dicapai pada saat usianya antara 25-30 tahun, dan kapasitas fisiologis seseorang akan menurun 1% per tahunnya setelah kondisi puncaknya terlampaui. Proses penuaan seseorang ditandai dengan tubuh yang mulai melemah, gerakan tubuh makin lamban dan kurang bertenaga, keseimbangan tubuh semakin berkurang, dan makin menurunnya waktu reaksi (Kemper, 1994). Manuaba (1998) menyatakan bahwa pada usia 60 tahun, kapasitas fisik seseorang akan menurun 25% yang ditandai dengan penurunan kekuatan otot,

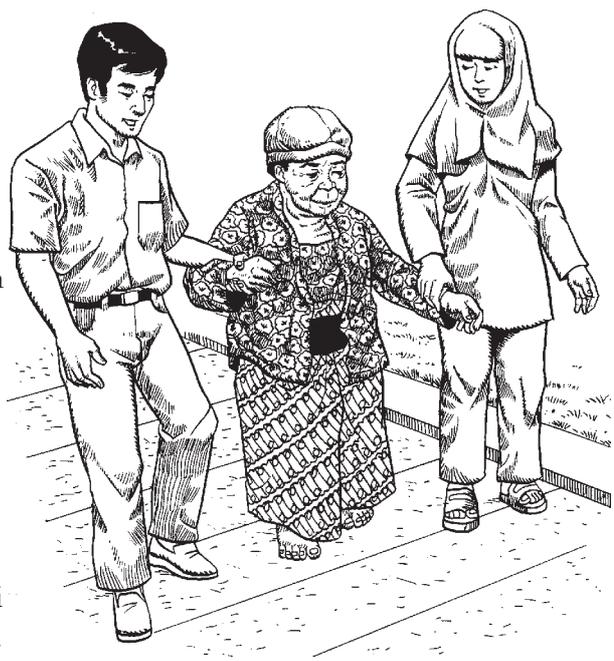
sedang kemampuan sensoris dan motorisnya turun sebesar 60%. Di samping itu juga terjadi banyak perubahan respek pada sensasi orang tua. *Visual Acuity* (Tajam penglihatan) terus menurun. Kehilangan akomodasi berhubungan linier dengan bertambahnya umur. Meskipun orang tua memerlukan lebih banyak intensitas penerangan, namun mereka juga rentan terhadap kesilauan. Setelah umur 55 tahun terdapat pengurangan/penurunan lapangan penglihatan. Persepsi warna turun setelah berumur 70 tahun atau lebih. Daya dengar pada orang tua juga menurun terutama pada frekuensi 1000 Hz dan lebih. Kecakapan berbicara juga turun secara progresif, pada umur 60 tahun turun 10% dibandingkan umur 20-29 tahun.

6.1.2 Penurunan Sistim Saraf

Cremer, dkk (1994) menyatakan bahwa perubahan sistim saraf pada lansia ditandai dengan keadaan sebagai berikut:

a. Matinya sel di dalam otak secara kontinyu mulai seseorang berumur 50 tahun, hal ini akan mengakibatkan berkurangnya pasokan darah ke otak; dan
b. Berkurangnya kecepatan konduksi saraf, hal ini disebabkan oleh penurunan kemampuan saraf dalam menyampaikan impuls dari dan ke otak.

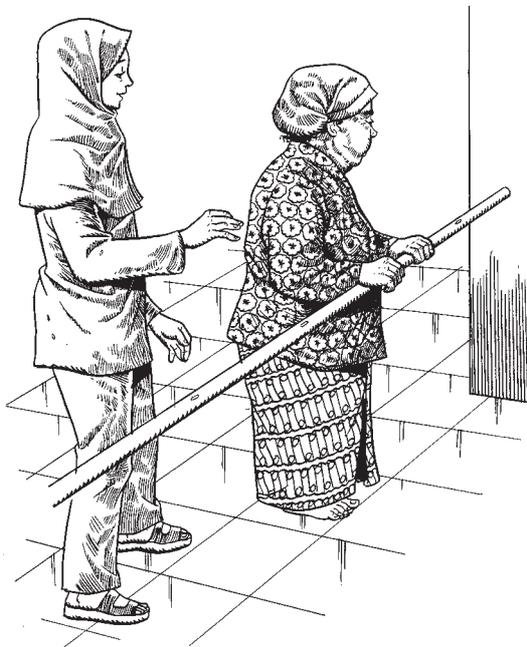
Rabbitt & Carmichael (1994) menambahkan bahwa penurunan kapasitas *prosessing* ini akan berakibat kepada lambatnya reaksi tubuh dan ketidak tepatan reaksi pada kondisi kritis. Akibat lain yang perlu mendapat perhatian adalah penurunan kepekaan panca indera, seperti:

a. berkurangnya keseimbangan tubuh, diupayakan dengan mengurangi lintasan yang membutuhkan keseimbangan tinggi seperti titian, *blind-step*, juga tangga (gambar 6.1);

Gambar 6.1
Berkurangnya Keseimbangan Pada Lansia

b. penurunan sensitifitas alat perasa pada kulit, upayakan untuk menggunakan peralatan kamar mandi yang relatif aman bagi lansia, seperti; pemanas air dengan termostat, dan

c. terjadinya buta parsial, melemahnya kecepatan *focusing* pada mata lansia, dan makin buramnya lensa yang ditandai dengan lensa mata makin berwarna putih, akan mempersulit lansia membedakan warna hijau, biru dan violet. Keadaan ini berakibat pada pergerakan lansia yang semakin lamban dan terbatas, sehingga diperlukan alat bantu untuk memudahkan dalam bergerak seperti pegangan tangan, seperti pada gambar 6.2 (Gandjean, 1993; Tilley, 1993).

Secara umum perlu dihindarkan penggunaan bahan yang membahayakan lansia, seperti kemungkinan terpeleset karena bahan yang licin, dan sudut yang tajam.

6.1.3 Penurunan Kekuatan Otot

Gambar 6.2
Railling Membantu Optimalisasi Penggunaan Otot Lengan Lansia Untuk Bergerak Secara Mandiri.

Penurunan kekuatan otot tubuh pada lansia meliputi, penurunan kekuatan otot tangan sebesar (16-40)% variasi ini tergantung kepada tingkat kesegaran jasmani seseorang. Penurunan kekuatan genggam tangan menurun sebesar 50%, dan kekuatan otot lengan menurun 50% (Tilley, 1993). Kemper (1994), menambahkan bahwa berkurangnya kekuatan dan keleluasaan bergerak pada tubuh lansia terjadi karena menurunnya kemampuan fungsi organ-organ penggerak, stimulus sensory organ, motor neurones, tingkat kesegaran jasmani (VO_2max) dan kontraksi otot. Penurunan kemampuan otot untuk masing-masing anggota tubuh pada lansia tidaklah berbarengan, kekuatan otot paha bagian bawah lebih cepat melemah dibanding kekuatan otot pada tangan. Sehingga otot lengan akan lebih intensif penggunaannya dibandingkan otot kaki (gambar 6.2).

6.1.4 Penurunan Koordinasi Gerak Anggota Tubuh

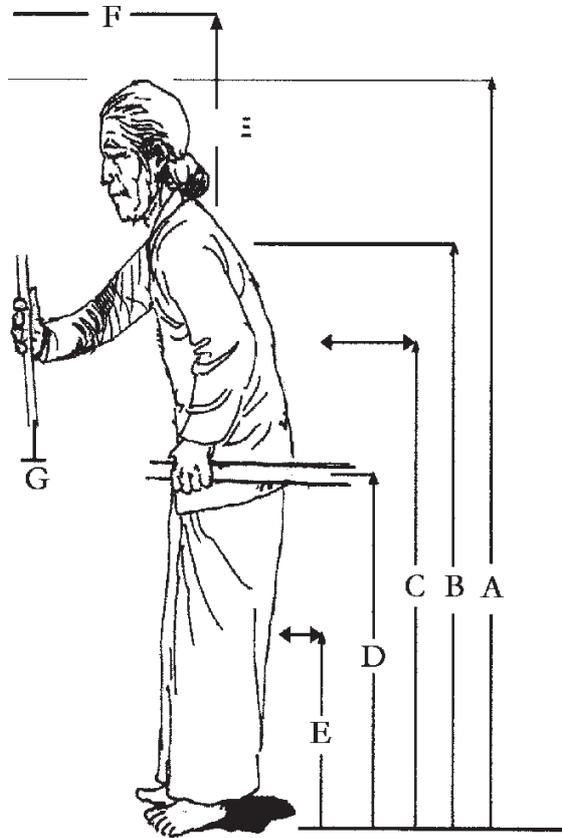
Kecelakaan sering terjadi pada lansia, karena mereka melakukan kegiatan yang pada saat tersebut berada di luar kemampuannya, padahal jenis pekerjaan itu merupakan kegiatan rutin di waktu mudanya. Makin berkurangnya kemampuan koordinasi tubuh akan mempersulit lansia dalam melakukan koordinasi pekerjaan yang berisi informasi yang kompleks (Manuaba, 1988; Kok dkk., 1994). Morris (1996) menyatakan bahwa karena makin melemahnya koordinasi tubuh, 25% lansia pernah nyaris terjatuh (*near miss*) di kamar mandi. Padahal kondisi inilah merupakan tanda awal akan makin melemahnya sistem kontrol koordinasi pada lansia yang perlu diwaspadai. Pulat (1992) menyatakan bahwa terdapat penurunan kestabilan baik berdiri maupun duduk setelah *midlife*. Perubahan pada tulang, otot, dan jaringan saraf juga terjadi pada orang tua. Degenerasi proses pada tulang rawan (*cartilage*) dan otot menyebabkan penurunan mobilitas dan meningkatnya resiko cedera. Jadi yang terpenting pekerjaan yang dilakukan oleh orang tua sebaiknya yang tidak memerlukan kekuatan otot, ketahanan, kecepatan dan fleksibilitas. 50% kekuatan hilang pada umur 65 tahun, tetapi kekuatan tangan hanya turun 16%. Waktu reaksi sekurang-kurangnya turun 20% pada umur 60 dibandingkan umur 20 tahun. Kata kuncinya adalah: lansia tersebut butuh tempat tinggal dan beraktivitas yang lebih aman dan nyaman untuk bergerak, dan latihan untuk dapat menyesuaikan diri terhadap hambatan koordinasi yang dimilikinya.

6.2 Antropometri Lansia

Antropometri memiliki arti telaah tentang ukuran badan manusia dan mengupayakan evaluasi dan pembakuan jarak jangkau yang memungkinkan rerata manusia untuk melaksanakan kegiatannya dengan mudah dan gerakan-gerakan yang sederhana (Wignyosoebroto, 1995).

Ukuran tubuh lansia baik pria maupun wanita, terjadi penyusutan ukuran tinggi badan lebih kurang 5% dibanding sewaktu berumur 20 tahun. Hal ini disebabkan oleh banyak faktor di antaranya:

a. bongkok dan pembengkokan tulang belakang karena proses penuaan;
b. perubahan tulang rawan dan persendian menjadi tulang dewasa; dan
c. perubahan susunan tulang kerangka pembentuk tubuh karena proses penuaan, dan akibat penyakit lain yang diderita (Tilley, 1993; Samekto & Pranarka, 1999)

Sebagai ilustrasi pengukuran antropometri statis lansia, dapat dilihat seperti gambar 6.3.

Gambar 6.3
Pengukuran Antropometri Statis pada Lansia

Keterangan gambar 6.3.

A: Tinggi badan
Tinggi dari lantai sampai vertex, posisi subjek berdiri.

B: Tinggi bahu
Tinggi dari lantai sampai tepi bahu atas, posisi subjek berdiri.

C: Tinggi siku
Tinggi dari lantai sampai tepi bawah siku, posisi subjek berdiri

D: Tinggi *knuckle*
Tinggi dari lantai sampai pertengahan kayu yang digenggam telapak tangan, posisi subjek berdiri dan tangan tergantung lemas di samping badan.

E: Tinggi *popliteal*
Tinggi dari lantai sampai sudut bagian belakang lutut, posisi subjek duduk di atas bangku dengan tungkai bawah tegak lurus lantai

F: Jarak raih tangan
Panjang lengan dari tepi belakang bahu sampai pertengahan kayu yang digenggam telapak tangan.

G: Diameter lingkar genggaman
Garis tengah lingkaran karena bertemunya ibu jari dengan ujung telunjuk dan dirasakan paling nyaman oleh subjek. Pengukuran dilakukan dengan mempergunakan kerucut kayu pengukur genggaman

Perubahan lainnya adalah makin terbatasnya area pergerakan *flextion-abduction*, dari tubuh lansia, keadaan ini akan mengurangi kebolehan dan keandalan gerak tubuh. Tinjauan antropometri pada lansia tidak hanya terbatas pada pengukuran statis, dan pengamatan perubahan anatomi karena proses penuaan. Tetapi pengukuran antropometri secara dinamis menjadi penting, karena berkurangnya

kemampuan pergerakan lansia, akan sangat berpengaruh kepada rancangan sarana yang akan digunakannya.

6.3 Penyediaan Sarana Kamar Mandi untuk Lansia

Pada jaman dahulu, manusia dalam melakukan aktivitas *personal hygiene* seperti cuci muka, mandi, buang hajat dan kegiatan lainnya, tidak bergantung kepada kamar mandi. Aktivitas tersebut biasanya dilakukan di alam terbuka dan bersifat umum seperti sungai, kolam, danau, sumber mata air, laut, dll. Tetapi pada era modern seperti sekarang ini, keberadaan kamar mandi dalam suatu tempat tinggal merupakan suatu keharusan bagi semua orang.

Rancangan sebuah kamar mandi yang mempertimbangkan berbagai aspek, berkembang seiring dengan pertumbuhan hunian manusia modern. Namun demikian pemilihan bahan dan parabot kamar mandi pada rumah tinggal, terkadang kurang mempertimbangkan aspek kesesuaian penggunanya (Bathing, 1998). Kroemer (1994), menyatakan bahwa sebuah rumah tinggal yang dihuni oleh lanjut usia (lansia), perlu penyesuaian dan rancangan ulang kamar mandinya. Upaya ini dilakukan dengan pertimbangan bahwa, kemampuan gerak motorik lansia telah banyak menurun, hal ini disebabkan oleh karena penurunan kapasitas sensor motoriknya. Disamping itu, kamar mandi merupakan wilayah paling berbahaya di dalam suatu rumah tinggal, maka tempat tersebut perlu mendapat perhatian khusus melalui sentuhan rancang bangun yang ergonomis.

6.3.1 Kloset untuk Lansia

Pengadaan dan pembelian peralatan toilet harus disesuaikan dengan kebutuhan. Tempat buang air besar (kloset), tentukan dengan tepat model duduk atau jongkok, sesuaikan pula dengan kebiasaan pemakai (Manuaba, 1998). Untuk lansia yang mengalami kesulitan berjongkok dan berdiri setelah jongkok dalam waktu tertentu, perlu dipertimbangkan penggunaan kloset duduk. Pengaturan ketinggian kloset duduk, disesuaikan dengan rerata tinggi popliteal lansia, yaitu 39,43 $\pm$ 5,52 cm.

Telah banyak dikembangkan peralatan untuk memudahkan pembilasan *(flusher)* setelah buang hajat di kloset, seperti alat bidet dan beberapa shower khusus yang tergolong peralatan untuk meningkatkan keamanan pengguna kamar mandi (Bathing, 1998). Tetapi dari survei di pusat kegiatan lansia, diperoleh hasil bahwa mereka merasa lebih nyaman membilas setelah buang hajat dengan mempergunakan air dengan gayung, hal ini karena kebiasaan dan budaya kehidupan para lansia sebelumnya.

6.3.2 Bak Penampung Air

Dari kebiasaan penghuni untuk membilas dengan air dan gayung, dibutuhkan tempat penampung air yang mudah dijangkau. Kemudahan ini hendaknya

mempertimbangkan letak, volume dan ukuran penampung air. Menurut Manuaba (1998), apabila disediakan ember dan gayung, letakkan pada posisi dan tata letak yang tepat.

Tinggi dinding bak penampung dan kedalamannya berdasar ukuran persenti 50 panjang lengan dan jarak jangkau lansia penghuni. Ukuran gayung juga disesuaikan dengan kemampuan angkat dengan satu tangan oleh para lansia. Gayung yang terlampau besar, ukurannya lebih dari 1 liter akan menyulitkan lansia.

6.3.3 Pegangan Tangan *(railling)*

Pada kamar mandi dengan kondisi lantai yang licin, lansia berpotensi untuk tergelincir dan jatuh karena hilangnya keseimbangan tubuh. Sangat penting menambahkan pegangan tangan *(railling)* di dinding (Kroemer, 1994). Agar diperoleh tingkat kenyamanan yang memadai, pegangan tangan dipasang pada ketinggian (10-20) cm di bawah tinggi siku (Grandjean, 1993).

Penggunaan *railling* di luar dan dalam kamar mandi diperlukan untuk meningkatkan kemandirian dan keamanan beraktivitas. Penentuan diameter *railling* disesuaikan dengan ukuran diameter rerata genggaman lansia, dan dipilih dari bahan yang tidak licin.

6.3.4 Lantai Kamar Mandi

Permukaan lantai kamar mandi, yang senantiasa basah sering menyebabkan kecelakaan, hal ini disebabkan karena permukaannya yang licin. Pemilihan bahan dan permukaan/tekstur yang baik dan tepat, akan mengurangi kemungkinan seseorang tergelincir pada saat melewatinya (Kroemer, 1994; Bathing, 1998). Di pasaran banyak dijual bahan keramik untuk lantai, terkadang pilihan penggunaannya disamakan antara ruang tinggal dan kamar mandi. Ada beberapa persyaratan cara penggunaan bahan lantai untuk kamar mandi, di antaranya adalah:

a. pilih bahan yang memiliki tekstur permukaannya agak kasar,
b. permukaan bahan tidak menyerap air/kedap air, sehingga menghindari adanya genangan dipermukaan,
c. apabila terkena air tidak menyebabkan permukaan menjadi licin, dan
d. lantai dipasang dengan tingkat kemiringan yang memadai ($\pm 4^o$), agar air tidak terlampau lama menggenang dan pengguna kamar mandi tidak terganggu dengan kemiringan lantai.

6.3.5 Handel Pintu Kamar Mandi

Bagi para penyandang cacat atau lansia, yang mengalami kesulitan dalam mengoperasikan handel perkakas rumah tangga, telah direkomendasikan bentuk rancangan khusus yang diperuntukkan baginya. Seperti handel bagi penderita *ar-thritis, parkinson's,* dan *muscular distrophy* (Tilley, 1993).

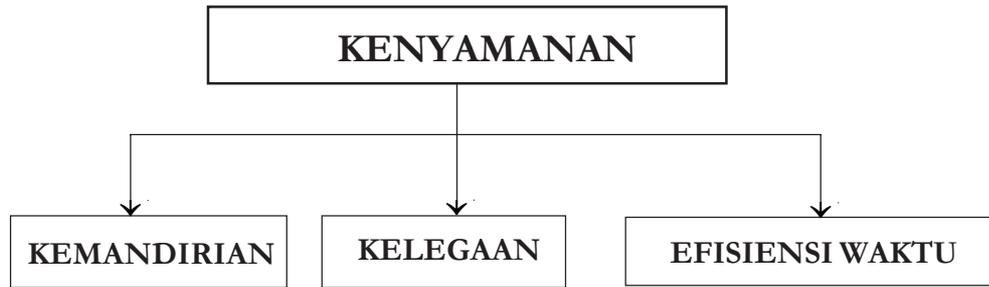
Berdasarkan hasil survei di lapangan, ternyata terdapat berbagai jenis handel pintu yang beredar dipasaran. Hampir seluruh bahan handel yang beredar terbuat dari logam tuang-cetak, dengan berbagai cara finishingnya. Dalam bentuk penggambaran pada skala 1 x 1 cm^2 setiap kotaknya.

Dari hasil wawancara dan pemantauan di pusat kegiatan lansia, ternyata banyak para lansia terkunci di dalam kamar mandi dan membutuhkan pertolongan. Hal ini terjadi karena penghuni yang telah lanjut usia kesulitan dalam mengoperasikan handel pintu berbentuk bulat, dalam kondisi tangan yang basah. Menurut survei diperoleh hasil bahwa handel pintu bergagang merupakan handel pintu yang paling sesuai untuk dipergunakan lansia (Solichul Hadi; dkk, 2001).

6.4 Kenyamanan untuk Lansia

Kenyamanan adalah unsur perasaan manusia yang muncul sebagai akibat dari minimalnya atau tidak adanya gangguan pada sensasi tubuh (Manuaba, 1977). Sebagian orang menyatakan bahwa kenyamanan adalah segala sesuatu yang sesuai dan selaras dengan penggunanaan suatu ruang, baik dengan ruang itu sendiri maupun dengan berbagai bentuk, tekstur, warna, simbol, suara atau apapun juga. Atau dengan kata lain bahwa kenyamanan sangat ditentukan oleh adanya keseimbangan antara faktor dalam diri manusia dengan faktor lingkungan luar yang mempengaruhinya. Dengan kondisi lingkungan yang nyaman, membuat manusia merasa betah melakukan suatu aktivitas dalam ruangan tersebut (Sujadnja, 1998).

Rasa tidak nyaman berpengaruh kepada seluruh tubuh melalui perubahan-perubahan fungsional. Lingkungan yang terlampau panas akan menyebabkan rasa kantuk dan lelah, menurunnya penampilan serta kemungkinan tingkat kesalahan semakin besar. Sebaliknya bila lingkungan terlampau dingin, akan merangsang munculnya rasa tidak tenang, terganggunya konsentrasi terutama untuk kegitan mental. Dari hal tersebut jelas bahwa manusia sangat membutuhkan suatu lingkungan yang nyaman agar tetap sehat dan mampu berprestasi (Grandjean, 1993; Manuaba, 1993).

Kenyamanan penggunaan suatu kamar mandi bagi lansia, lebih menitikberatkan pada penyesuaian peralatan yang lebih ergonomis, seperti: menghindari penggunaan bahan lantai yang licin, penambahan *hand rails* dan *grab bars* untuk memudahkan lansia mengangkat tubuhnya dari kloset, *bathtub*, dan keluar masuk kamar mandi (Tilley, 1993; Kroemer, 1994). Secara lebih operasional, konsep kenyamanan penggunaan kamar mandi bagi lansia dapat diuraikan seperti gambar 6.4.

Gambar 6.4 Konsep Kenyamanan pada Lansia

a. Kemandirian beraktivitas, Morris (1996) menyatakan tentang sikap yang dialami lansia, karena pernah hampir mengalami kecelakaan *(near miss)*, ternyata berakibat pada timbulnya rasa takut, depresif, atau lebih jauh mogok untuk beraktivitas di kamar mandi secara mandiri; parameter untuk melakukan uji ini adalah checlist sikap tubuh, seperti : jari kaki mencengkeram, langkah mengecil, tangan meraba mencari pegangan, mata terpejam, dll. Kemandirian lansia dipengaruhi pula oleh kebiasaan hidup secara mandiri atau menggantungkan pada bantuan orang lain dan faktor lingkungan. Faktor lingkungan adalah fasilitas dan sarana yang memudahkan lansia beraktivitas secara mandiri. (Mardjikun, 1993; Ilmarinen,1994; Rabbit & Carmichael, 1994)

b. Rasa lega atau kelegaan secara subjektif dapat diukur dengan wawancara atas kesan dan respon fisiologis penggunaan kamar mandi dan kenyamanan yang dirasakannya, menggunakan alat pengukur kuesioner/daftar wawancara tentang kenyamanan.

c. Efisiensi waktu. Wignyosubroto (1995) menguraikan tentang manfaat studi gerak dan waktu *(time & motion study)* untuk teknik analisis gerakan pada rancangan yang diharapkan akan diperoleh efisiensi yang lebih tinggi. Hambatan pergerakan dalam suatu aktivitas akan mempengaruhi hasil dan kinerja suatu proses. Dengan peralatan cc-TV dan alat perekam gambar lengkap dengan pencatat waktunya, dapat dilakukan analisis gerakan lansia di dalam kamar mandi. Dari analisis beda waktu pada kegiatan yang sama dan keluasaan gerak, akan dapat diketahui rancangan apa yang lebih memberikan rasa nyaman.

6.5 Kepustakaan

Bathing, 1998. Safety in the Bathroom, *http://cat.buffalo.edu/rerc-aging/rerca-benches.htm*l; 22 Desember 2001.

Cremer,R; Zeef, E; & Snel, J, 1994. *Work and Aging a European Perspective*: Judgement of the Position of an Invisibly Moving Object in Young and Old Adult, Taylor & Francis, London:127-134.

Darmojo, R.Boedhi, 1999. *Geriatri (Ilmu Kesehatan Usia Lanjut)*: Teori Proses Menua, Balai Penerbit, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta: 2-9.

Grandjean, E. 1993. *Fitting the Task to the Man*, Taylor & Francis, London.

Ilmarinen, J. 1994. *Work and Aging a European Perspective*: Aging, Work and Health, Taylor & Francis, London:47-63.

Kemper,H.C.G, 1994, *Work and Aging a European Perspective*: Physical Work and the Physiological Consequenses for the Aging Workers, Taylor & Francis, London:32-46.

Kok; Lorist, M.M.; Cremer, R & Snel, J, 1994. *Work and Aging a European Perspective*: Age Related Differences in Mental Work Capacity, Effect of Task Complexity and Stressors on Performance, Taylor & Francis, London: 139-161.

Kroemer, KHE, 1994, *Ergonomics How to Design for Ease and Efficiency*. Prentice Hall International, Inc., New Jersey:351-635.

Manuaba, A. 1977. Pengetrapan Ergonomi Dalam Rangka Peningkatan Kegiatan Usaha Pendidikan dan Pembangunan Masyarakat Desa. Ceramah keliling Pendidikan Masyarakat, tanggal 24-29 Maret 1977 di Bali.

Manuaba, A. 1993. Pengaturan Suhu Tubuh dan Water Intake. Bagian Ilmu Faal Fakultas Kedokteran Universitas Udayana, Denpasar.

Manuaba, A. 1998. Bunga Rampai Ergonomi Volume 1, Kumpulan Artikel, Universitas Udayana, Denpasar: 24-25.

Mardjikun, Prastowo. 1993. Seminar Sehari, Manusia Lanjut Usia: Realitas dan Harapan, IPADI, Persiapan Menyongsong Manula dari Segi Kesehatan, Yogyakarta Rabu 16 Juni 1993, Yogyakarta: 9-10.

Martono, Hadi, H. 1999, Penderita Geriatrik dan Asesmen Geriatri, *Geriatri* (*Ilmu Kesehatan Usia Lanjut*), edt.Darmojo Boedhi, Balai Penerbit, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta:82-93.

Morris, Virginia, 1996, A Complete Guide: *How to Care for Aging Parents*, Workman Publishing, New York.

Pulat, M. (1992). *Fundamentals of Industrial Ergonomics*. Prentice-Hall Inc. New Jersey, USA

Rabbitt, P.M.A. & Carmichael, A. 1994, *Work and Aging a European Perspective*: Designing Communications and Information Handling System for Eldery and Disable Users, Health, Taylor & Francis, London:185-193.

Samekto, Widiastuti M.& Pranarka, Kris. 1999. *Geriatri (Ilmu Kesehatan Usia Lanjut)*: Sindroma Serebral, edt.Darmojo Boedhi, Balai Penerbit, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta:116-123.

Solichul Hadi; Muchlison Anis & Etika. 2001, Handle Pintu Bergagang Paling Sesuai untuk Manula (Telaah di Pusat Kegiatan Lansia 'Aisyiyah, Solo). Pertemuan Ilmiah Nasional Perhimpunan Ahli Anatomi Indonesia dan Seminar Nasional XII Ikatan Ahli Ilmu Faal Indonesia, 27 dan 28 Oktober 2001, Batu-Malang, Malang: 32.

Sujadnja, O., 1998. Kenyamanan 'Bale Meten' Serta Faktor yang Mempengaruhinya di Desa Gianyar, Tesis Program Pasca sarjana Universitas Udayana, Denpasar:18-19.

Tilley, A.R, 1993. *The Measure af Man and Woman*, Henry Dreyfuss Associates, New York: 33-50.

Wijaya K., 2000, *Rahasia untuk Melawan Proses Penuaan*, Interaksara, Batam.

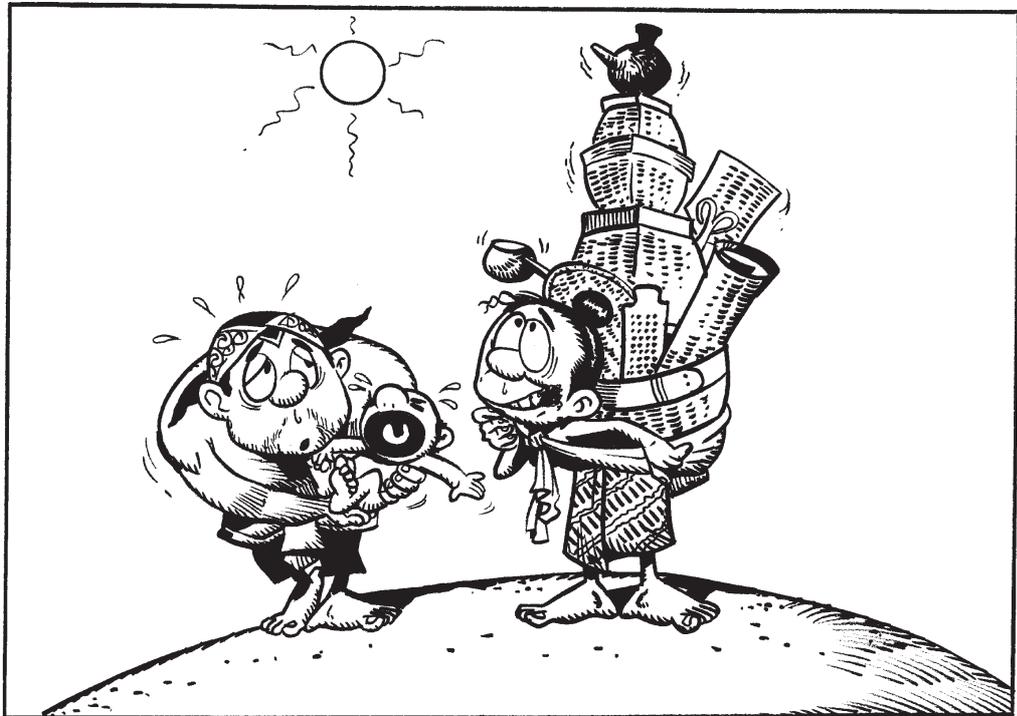
Yatim, F. 2000, *Osteoporosis Penyakit Kerapuhan Tulang pada Manula*, Pustaka Populer Obor, Jakarta:1-7.

Wignyosoebroto, S. 1995, *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu, Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja*, PT.Candimas Metropole, Jakarta.

BAGIAN II

Pada bagian kedua dari buku kajian ergonomi ini, dibahas topik-topik yang berkaitan dengan variabel tergantung dari suatu penelitian ergonomi. Topik-topik yang dimaksud meliputi beban kerja, kelelahan akibat kerja, keluhan subjektif, stress akibat kerja dan produktivitas kerja. Pada kajian beban kerja dibicarakan mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi cara-cara penilaian beban kerja. Pada topik kelelahan akibat kerja dibicarakan mengenai pengertian umum, faktor penyebab, langkah-langkah pengendalian serta cara-cara penilaian kelelahan. Sedangkan kajian mengenai keluhan subjektif lebih difokuskan pada gangguan sistem muskuloskeletal yang dialami pekerja saat melakukan pekerjaannya. Di samping itu, juga dibicarakan mengenai stress akibat kerja yang meliputi pengertian, faktor penyebab dan pengaruh stress serta cara-cara pengendalian stress akibat kerja. Selanjutnya untuk melengkapi kajian ergonomi pada bagian kedua ini, juga dibahas mengenai produktivitas kerja. Pada kajian produktivitas kerja dibicarakan mengenai konsep umum, cara pengukuran produktivitas, faktor yang mempengaruhi produktivitas dan asas manfaat dari suatu perbaikan ergonomi. Topik-topik kajian ergonomi pada bagian ini, lebih dikenal sebagai variabel akibat yang merupakan pusat perhatian para ergonom di dalam menilai pengaruh atau efektivitas suatu perbaikan kondisi kerja dari penerapan ergonomi.

BAB 7

Beban Kerja

Tubuh manusia dirancang untuk dapat melakukan aktivitas pekerjaan sehari-hari. Adanya massa otot yang bobotnya hampir lebih dari separuh berat tubuh, memungkinkan kita untuk dapat menggerakan tubuh dan melakukan pekerjaan. Pekerjaan di satu pihak mempunyai arti penting bagi kemajuan dan peningkatan prestasi, sehingga mencapai kehidupan yang produktif sebagai salah satu tujuan hidup. Di pihak lain, dengan bekerja berarti tubuh akan menerima beban dari luar tubuhnya. Dengan kata lain bahwa setiap pekerja merupakan beban bagi yang bersangkutan. Beban tersebut dapat berupa beban fisik maupun beban mental.

Dari sudut pandang ergonomi, setiap beban kerja yang diterima oleh seseorang harus sesuai atau seimbang baik terhadap kemampuan fisik, kemampuan kognitif maupun keterbatasan manusia yang menerima beban tersebut. Menurut Suma'mur (1984) bahwa kemampuan kerja seorang tenaga kerja berbeda dari satu kepada yang lainnya dan sangat tergantung dari tingkat keterampilan, kesegaran jasmani, keadaan gizi, jenis kelamin, usia dan ukuran tubuh dari pekerja yang bersangkutan.

7.1 Faktor yang Mempengaruhi Beban Kerja

Menurut Rodahl (1989), Adiputra (1998) dan Manuaba (2000) bahwa secara umum hubungan antara beban kerja dan kapasitas kerja dipengaruhi oleh berbagai faktor yang sangat komplek, baik faktor internal maupun faktor eksternal.

7.1.1 Beban Kerja oleh Karena Faktor Eksternal.

Faktor eksternal beban kerja adalah beban kerja yang berasal dari luar tubuh pekerja. Yang termasuk beban kerja eksternal adalah tugas (task) itu sendiri, organisasi dan lingkungan kerja. Ketiga aspek ini sering disebut sebagai *stres-sor*.

1) Tugas-tugas (*tasks*) yang dilakukan baik yang bersifat fisik seperti, stasiun kerja, tata ruang tempat kerja, alat dan sarana kerja, kondisi atau medan kerja, sikap kerja, cara angkat-angkut, beban yang diangkat-angkut, alat bantu kerja, sarana informasi termasuk displai dan control, alur kerja dll. Sedangkan tugas-tugas yang bersifat mental seperti, kompleksitas pekerjaan atau tingkat kesulitan pekerjaan yang mempengaruhi tingkat emosi pekerja, tanggung jawab terhadap pekerjaan dll.
2) Organisasi kerja yang dapat mempengaruhi beban kerja seperti, lamanya waktu kerja, waktu istirahat, kerja bergilir, kerja malam, sistem pengupahan, sistem kerja, musik kerja, model struktur organisasi, pelimpahan tugas dan wewenang dll.
3) Lingkungan kerja yang dapat memberikan beban tambahan kepada pekerja adalah:
    - Lingkungan kerja fisik seperti: mikroklimat (suhu udara ambien, kelembaban udara, kecepatan rambat udara, suhu radiasi), intensitas penerangan, intensitas kebisingan, vibrasi mekanis, dan tekanan udara.
    - Lingkungan kerja kimiawi seperti: debu, gas-gas pencemar udara, uap logam, fume dalam udara dll.
    - Lingkungan kerja biologis seperti: bakteri, virus dan parasit, jamur, serangga, dll.
    - Lingkungan kerja psikologis seperti: pemilihan dan penempatan tenaga kerja, hubungan antara pekerja dengan pekerja, pekerja dengan atasan, pekerja dengan keluarga dan pekerja dengan lingkungan sosial yang berdampak kepada performansi kerja di tempat kerja.

7.1.2 Beban Kerja oleh karena Faktor Internal

Faktor internal beban kerja adalah faktor yang berasal dari dalam tubuh itu sendiri sebagai akibat adanya reaksi dari beban kerja eksternal. Reaksi tubuh tersebut dikenal sebagai *strain*. Berat ringannya *strain* dapat dinilai baik secara objektif maupun subjektif. Penilaian secara objektif yaitu melalui perubahan reaksi fisiologis. Sedangkan penilaian subjektif dapat dilakukan melalui perubahan reaksi psikologis dan perubahan perilaku. Karena itu *strain* secara subjektif berkait erat dengan harapan, keinginan, kepuasan dan penilaian subjektif lainnya. Secara lebih ringkas faktor internal meliputi:

a) Faktor somatis (jenis kelamin, umur, ukuran tubuh, kondisi kesehatan, status gizi); serta
b) faktor psikis (motivasi, persepsi, kepercayaan, keinginan, kepuasan dll.).

7.2 Penilaian Beban Kerja Fisik

Menurut Astrand & Rodahl (1977) dan Rodahl (1989) bahwa penilaian beban kerja fisik dapat dilakukan dengan dua metode secara objektif, yaitu metode penilaian langsung dan metode tidak langsung. Metode pengukuran langsung yaitu dengan mengukur energi yang dikeluarkan (*energy expenditure*) melalui asupan oksigen selama bekerja. Semakin berat beban kerja akan semakin banyak energi yang diperlukan atau dikonsumsi. Meskipun metode dengan menggunakan asupan oksigen lebih akurat, namun hanya dapat mengukur untuk waktu kerja yang singkat dan diperlukan peralatan yang cukup mahal. Sedangkan metode pengukuran tidak langsung adalah dengan menghitung denyut nadi selama kerja.

Lebih lanjut Christensen (1991) dan Grandjean (1993) menjelaskan bahwa salah satu pendekatan untuk mengetahui berat ringannya beban kerja adalah dengan menghitung nadi kerja, konsumsi oksigen, kapasitas ventilasi paru dan suhu inti tubuh. Pada batas tertentu ventilasi paru, denyut jantung dan suhu tubuh mempunyai hubungan yang linier dengan konsumsi oksigen atau pekerjaan yang dilakukan. Kemudian Konz (1996) mengemukakan bahwa denyut jantung adalah suatu alat estimasi laju metabolisme yang baik, kecuali dalam keadaan emosi dan vasodilatasi. Katagori berat ringannya beban kerja didasarkan pada metabolisme, respirasi, suhu tubuh dan denyut jantung menurut Christensen (1991) dapat dilihat pada tabel 7.1

Tabel 7.1 Kategori Beban Kerja Berdasarkan Metabolisme, Respirasi, Suhu Tubuh dan Denyut Jantung.

Kategori beban Kerja	Konsumsi Oksigen (l/min)	Ventilasi paru (l/min)	Suhu Rektal (^{o}C)	Denyut Jantung (denyut/min)
* Ringan	0,5-1,0	11-20	37,5	75-100
* Sedang	1,0-1,5	20-31	37,5-38,0	100-125
* Berat	1,5-2,0	31-43	38,0-38,5	125-150
* Sangat berat	2,0-2,5	43-56	38,5-39,0	150-175
* Sangat berat sekali	2,5-4,0	60-100	>39	>175

Sumber: *Christensen (1991:1699). Encyclopaedia of Occupational Health and Safety. ILO. Geneva.*

Berat ringannya beban kerja yang diterima oleh seorang tenaga kerja dapat digunakan untuk menentukan berapa lama seorang tenaga kerja dapat melakukan aktivitas pekerjaannya sesuai dengan kemampuan atau kapasitas kerja yang

bersangkutan. Di mana semakin berat beban kerja, maka akan semakin pendek waktu kerja seseorang untuk bekerja tanpa kelelahan dan gangguan fisiologis yang berarti atau sebaliknya.

7.3 Penilaian Beban Kerja Berdasarkan Jumlah Kebutuhan Kalori

Salah satu kebutuhan utama dalam pergerakan otot adalah kebutuhan akan oksigen yang dibawa oleh darah ke otot untuk pembakaran zat dalam menghasilkan energi. Sehingga jumlah oksigen yang dipergunakan oleh tubuh untuk bekerja merupakan salah satu indikator pembebanan selama bekerja. Dengan demikian setiap aktivitas pekerjaan memerlukan energi yang dihasilkan dari proses pembakaran. Semakin berat pekerjaan yang dilakukan maka akan semakin besar pula energi yang dikeluarkan. Berdasarkan hal tersebut maka besarnya jumlah kebutuhan kalori dapat digunakan sebagai petunjuk untuk menentukan berat ringannya beban kerja.

Berkaitan dengan hal tersebut, Menteri Tenaga Kerja melalui Keputusan Nomor 51 (1999) menetapkan kategori beban kerja menurut kebutuhan kalori sebagai berikut:

- Beban kerja ringan : 100-200 Kilo kalori/jam
- Beban kerja sedang : >200-350 Kilo kalori/jam
- Beban kerja berat : > 350-500 Kilo kalori/jam

Kebutuhan kalori dapat dinyatakan dalam Kalori yang dapat diukur secara tidak langsung dengan menentukan kebutuhan oksigen. Setiap kebutuhan 1 liter oksigen akan memberikan 4,8 Kilo kalori (Suma'mur, 1982). Sebagai dasar perhitungan dalam menentukan jumlah kalori yang dibutuhkan oleh seseorang dalam melakukan aktivitas pekerjaannya, dapat dilakukan melalui pendekatan atau taksiran kebutuhan kalori menurut jenis aktivitasnya. Taksiran kebutuhan kalori per jam untuk setiap kg berat badan dapat dilihat pada table 7.2

Tabel 7.2. Kebutuhan Kalori Per Jam Menurut Jenis Aktivitas

No.	Jenis Aktivitas	Kilo kalori/jam/kg Berat badan
1	Tidur	0,98
2	Duduk dalam keadaan istirahat	1,43
3	Membaca dengan intonasi keras	1,50
4	Berdiri dalam keadaan tenang	1,50
5	Menjahit dengan tangan	1,59

6	Berdiri dengan konsentrasi terhadap sesuatu objek	1,63
7	Berpakaian	1,69
8	Menyanyi	1,74
9	Menjahit dengan mesin	1,93
10	Mengetik	2,00
11	Menyetrika (berat setrika ± 2,5 kg)	2,06
12	Mencuci peralatan dapur	2,06
13	Menyapu lantai dengan kecepatan ± 38 kali per menit	2,41
14	Menjilid buku	2,43
15	Pelatihan ringan (*light exercise*)	2,43
16	Jalan ringan dengan kecepatan ± 3,9 km/jam	2,86
17	Pekerjaan kayu, logan dan pengecatan dalam industri	3,43
18	Pelatihan sedang (*moderate exercise*)	4,14
19	Jalan agak cepat dengan kecepatan ± 5,6 km/jam	4,28
20	Jalan turun tangga	5,20
21	Pekerjaan tukang batu	5,71
22	Pelatihan berat (*heavy exercise*)	6,43
23	Penggergajian kayu secara manual	6,86
24	Berenang	7,14
25	Lari dengan kecepatan ± 8 km/jam	8,14
26	Pelatihan sangat berat (*very heavy exercise*)	8,57
27	Berjalan sangat cepat dengan kecepatan ± 8 km/jam	9,28
28	Jalan naik tangga	15,80

Sumber: *Suma'mur (1982) dikutip dari Sherman, H.C. Chemistry of Food and Nutrition.*

Kebutuhan kalori per jam tersebut merupakan pemenuhan kebutuhan kalori terhadap energi yang dikeluarkan akibat beban kerja utama. Sehingga masih diperlukan tambahan kalori apabila terdapat beban kerja tambahan seperti, stasiun kerja tidak ergonomis, sikap paksa waktu kerja, suhu lingkungan yang panas, dll. Selanjutnya penentuan kategori beban kerja berdasarkan taksiran jumlah kebutuhan kalori dapat diberikan contoh sebagai berikut:

Seorang pekerja laki-laki dengan berat badan 65 kg, bekerja sebagai tukang batu di bawah terik matahari. Berdasarkan data tersebut maka dapat dilakukan penaksiran terhadap beban kerja fisik yang diterima pekerja yang bersangkutan. Kebutuhan kalori per jam tukang batu tersebut adalah 5,71 Kilo kalori/ kg-BB x 65 kg-BB = 371 Kilo kalori/jam, termasuk kategori beban kerja berat (> 350-500 Kilo kalori/jam). Namun demikian perhitungan tersebut belum memperhitungkan faktor tekanan panas yang dapat memberikan beban kerja tambahan.

Contoh tersebut baru menggambarkan kebutuhan kalori seorang pekerja selama waktu kerja. Menurut Grandjean (1993) bahwa kebutuhan kalori seorang pekerja selama 24 jam sehari ditentukan oleh tiga hal:

1) **Kebutuhan kalori untuk metabolisme basal**. Di mana seorang laki-laki dewasa memerlukan kalori untuk metabolisme basal $\pm$100 Kilo Joule (23,87 Kilo kalori) per 24 jam per kg-BB. Sedangkan wanita dewasa memerlukan kalori untuk metabolisme basal $\pm$98 Kilo Joule (23,39 Kilo kalori) per 24 jam per kg-BB. Sebagai contoh; seorang laki-laki dewasa dengan berat badan 60 kg akan memerlukan kalori untuk metabolisme basal sebesar $\pm$6000 Kilo Joule (1432 Kilo kalori) per 24 jam.
2) **Kebutuhan kalori untuk kerja**. Kebutuhan kalori kerja sangat ditentukan dengan jenis aktivitas kerja yang dilakukan atau berat ringannya pekerjaan, seperti yang telah diuraikan sebelumnya.
3) **Kebutuhan kalori untuk aktivitas-aktivitas lain di luar jam kerja**. Rerata kebutuhan kalori untuk aktivitas di luar jam kerja adalah $\pm$2400 Kilo Joule (573 Kilo kalori) untuk laki-laki dewasa dan sebesar 2000-2400 Kilo Joule (477-425 Kilo kalori) per hari untuk wanita dewasa.

Berdasarkan uraian tersebut dapat digaris bawahi bahwa, penentuan kategori beban kerja fisik berdasarkan kebutuhan oksigen melalui penaksiran kebutuhan kalori belum dapat menggambarkan beban sebenarnya yang diterima oleh seorang pekerja. Hal tersebut disebabkan karena masih banyak faktor yang mempengaruhi kebutuhan kalori. Selain berat ringannya pekerjaan itu sendiri, juga dipengaruhi oleh lingkungan tempat bekerja, cara dan sikap kerja serta stasiun kerja yang digunakan selama kerja. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan penilaian beban kerja yang dapat menggambarkan secara keseluruhan beban yang diterima seorang pekerja.

7.4 Penilaian Beban Kerja Berdasarkan Denyut Nadi Kerja

Pengukuran denyut jantung selama kerja merupakan suatu metode untuk menilai *cardiovasculair strain*. Salah satu peralatan yang dapat digunakan untuk menghitung denyut nadi adalah telemetri dengan menggunakan rangsangan *ElectroCardio Graph* (ECG). Apabila peralatan tersebut tidak tersedia, maka dapat dicatat secara manual memakai *stopwatch* dengan metode 10 denyut (Kilbon, 1992). Dengan metode tersebut dapat dihitung denyut nadi kerja sebagai berikut:

$$\text{Denyut Nadi (Denyut/Menit)} = \frac{\text{10 Denyut}}{\text{Waktu Penghitungan}} \times 60$$

Selain metode 10 denyut tersebut, dapat juga dilakukan penghitungan denyut nadi dengan metode 15 detik atau 30 detik. Penggunaan nadi kerja untuk menilai berat ringannya beban kerja mempunyai beberapa keuntungan. Selain mudah; cepat; sangkil dan murah juga tidak diperlukan peralatan yang mahal serta hasilnya cukup

reliabel. Di samping itu tidak terlalu mengganggu proses kerja dan tidak menyakiti orang yang diperiksa. Kepekaan denyut nadi terhadap perubahan pembebanan yang diterima tubuh cukup tinggi. Denyut nadi akan segera berubah seirama dengan perubahan pembebanan, baik yang berasal dari pembebanan mekanik, fisika maupun kimiawi (Kurniawan, 1995).

Grandjean (1993) juga menjelaskan bahwa konsumsi energi sendiri tidak cukup untuk mengestimasi beban kerja fisik. Beban kerja fisik tidak hanya ditentukan oleh jumlah kJ yang dikonsumsi, tetapi juga ditentukan oleh jumlah otot yang terlibat dan beban statis yang diterima serta tekanan panas dari lingkungan kerjanya yang dapat meningkatkan denyut nadi. Berdasarkan hal tersebut maka denyut nadi lebih mudah dan dapat digunakan untuk menghitung indek beban kerja. Astrand & Rodahl (1977); Rodahl (1989) menyatakan bahwa denyut nadi mempunyai hubungan linier yang tinggi dengan asupan oksigen pada waktu kerja. Dan salah satu cara yang sederhana untuk menghitung denyut nadi adalah dengan merasakan denyutan pada arteri radialis di pergelangan tangan.

Denyut nadi untuk mengestimasi indek beban kerja fisik terdiri dari beberapa jenis yang didefinisikan oleh Grandjean (1993).

1) Denyut nadi istirahat: adalah rerata denyut nadi sebelum pekerjaan dimulai.
2) Denyut nadi kerja: adalah rerata denyut nadi selama bekerja.
3) Nadi kerja: adalah selisih antara denyut nadi istirahat dan denyut nadi kerja.

Peningkatan denyut nadi mempunyai peran yang sangat penting di dalam peningkatan *cardiac output* dari istirahat sampai kerja maksimum. Peningkatan yang potensial dalam denyut nadi dari istirahat sampai kerja maksimum tersebut oleh Rodahl (1989) didefinisikan sebagai *heart rate reserve* (*HR reserve*). *HR reserve* tersebut diekspresikan dalam persentase yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\%\ \text{HR Reserve} = \frac{\text{Denyut nadi kerja - Denyut nadi istirahat}}{\text{Denyut nadi maksimum - Denyut nadi istirahat}} \times 100$$

Lebih lanjut, Manuaba & Vanwonterghem (1996) menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum karena beban kardiovaskuler (*cardiovasculair load = %CVL*) yang dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\%\ \text{CVL} = \frac{100 \times (\text{Denyut nadi kerja - Denyut nadi istirahat})}{\text{Denyut nadi maksimum - Denyut nadi istirahat}}$$

Di mana denyut nadi maksimum adalah (220-umur) untuk laki-laki dan (200-umur) untuk wanita.

Dari hasil penghitungan %CVL tersebut kemudian dibandingkan dengan klasifikasi yang telah ditetapkan sebagai berikut:

<30% = Tidak terjadi kelelahan
30 s.d. <60% = Diperlukan perbaikan

60 s.d. <80% = Kerja dalam waktu singkat
80 s.d. <100% = Diperlukan tindakan segera
>100% = Tidak diperbolehkan beraktivitas

Selain cara-cara tersebut di atas, Kilbon (1992) mengusulkan bahwa *cardiovasculair strain* dapat diestimasi dengan menggunakan denyut nadi pemulihan (*heart rate recovery*) atau dikenal dengan metode '*Brouha*'. Keuntungan dari metode ini adalah sama sekali tidak mengganggu atau menghentikan pekerjaan, karena pengukuran dilakukan tepat setelah subjek berhenti bekerja. Denyut nadi pemulihan (*P*) dihitung pada akhir 30 detik pada menit pertama, ke dua dan ke tiga. P1,2,3 adalah rerata dari ke tiga nilai tersebut dan dihubungkan dengan *total cardiac cost* dengan ketentuan sebagai berikut:

1) Jika $P_1 - P_3 \geq 10$, atau P1, P2 dan P3 seluruhnya <90, nadi pemulihan normal
2) Jika rerata P1 yang tercatat $\leq$ 110, dan P1 - P3 $\geq$10, maka beban kerja tidak berlebihan (*not excessive*).
3) Jika $P_1 - P_3 < 10$, dan jika P3 >90, perlu redesain pekerjaan.

Laju pemulihan denyut nadi dipengaruhi oleh nilai absolut denyut nadi pada ketergangguan pekerjaan (*the interruption of work*), tingkat kebugaran (*individual fitness*), dan pemaparan panas lingkungan. Jika nadi pemulihan tidak segera tercapai, maka diperlukan redesain pekerjaan untuk mengurangi tekanan fisik. Redesain tersebut dapat berupa variabel tunggal maupun varibel keseluruhan dari variabel bebas (tasks, organisasi kerja dan lingkungan kerja) yang menyebabkan beban kerja tambahan.

7.5 Beban Kerja Mental

Selain beban kerja fisik, beban kerja yang bersifat mental harus pula dinilai. Namun demikian penilaian beban kerja mental tidaklah semudah menilai beban kerja fisik. Pekerjaan yang bersifat mental sulit diukur melalui perubahan fungsi faal tubuh. Secara fisiologis, aktivitas mental terlihat sebagai suatu jenis pekerjaan yang ringan sehingga kebutuhan kalori untuk aktivitas mental juga lebih rendah. Padahal secara moral dan tanggung jawab, aktivitas mental jelas lebih berat dibandingkan dengan aktivitas fisik karena lebih melibatkan kerja otak (*white-collar*) dari pada kerja otot (*blue-collar*). Dewasa ini aktivitas mental lebih banyak didominasi oleh pekerja-pekerja kantor, supervisor dan pimpinan sebagai pengambil keputusan dengan tanggung jawab yang lebih besar, pekerja di bidang teknik informasi, pekerja dengan menggunakan teknologi tinggi, pekerjaan dengan kesiap-siagaan tinggi, pekerjaan yang bersifat monotoni dll. Menurut Grandjean (1993) setiap aktivitas mental akan selalu melibatkan unsur persepsi, interpretasi dan proses mental dari suatu informasi yang diterima oleh organ sensoris untuk diambil suatu keputusan atau proses mengingat informasi yang lampau. Yang menjadi masalah pada manusia adalah kemampuan untuk memanggil kembali atau mengingat informasi yang disimpan. Proses mengingat kembali ini sebagian besar menjadi masalah bagi orang tua. Seperti kita tahu bahwa orang tua kebanyakan mengalami penurunan daya ingat.

Dengan demikian penilaian beban kerja mental lebih tepat menggunakan penilaian terhadap tingkat ketelitian, kecepatan maupun konstansi kerja seperti tes "*Bourdon Wiersma*". Sedangkan jenis pekerjaan yang lebih memerlukan kesiapsiagaan tinggi (*Vigilance*) seperti petugas '*air traffic controllers*' di Bandar udara adalah sangat berhubungan dengan pekerjaan mental yang memerlukan konsentrasi tinggi. Semakin lama orang berkonsentrasi maka akan semakin berkurang tingkat kesiapsiagaannya. Maka uji yang lebih tepat untuk menilai *Vigilance* adalah tes "waktu reaksi". Di mana waktu reaksi sering dapat digunakan sebagai cara untuk menilai kemampuan dalam melakukan tugas-tugas yang berhubungan dengan mental.

7.6 Kepustakaan

Adiputra, N. 1998. Metodologi Ergonomi. Monograf yang diperbanyak oleh Program Studi Ergonomi dan Fisiologi Kerja, Program Pascasarjana Universitas Udayana Denpasar.

Astrand, P.O. & Rodahl, K. 1977. *Textbook of Work Physiology-Physiological Bases of Exercise*, 2nd edt. McGraw-Hill Book Company. USA.

Christensen, E.H. 1991. Physiology of Work. Dalam: Parmeggiani, L. ed. *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety*, Third (revised) edt. ILO, Geneva: 1698-1700.

Grandjean, E. 1993. *Fitting the Task to the Man*, 4th edt. Taylor & Francis Inc. London.

Keputusan Menteri Tenaga Kerja, No.51: 1999. Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja. Jakarta.

Konz, S. 1996. Physiology of Body Movement. Dalam: Battacharya, A. & McGlothlin, J.D. eds. *Occupational Ergonomic*. Marcel Dekker Inc. USA:47-61.

Kilbon, A. 1992. Measurement and Assessment of Dynamic Work. Dalam: Wilson, J.R. & Corlett, E.N. eds. *Evaluation of Human Work; A Practical Ergonomics methodology*. Taylor & Francis Great Britain: 520-543.

Kurniawan, D. 1995. Kemaknaan Nadi Kerja sebagai Parameter Pembebanan. *Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja*. Jakarta: XXVIII(2): 20-25.

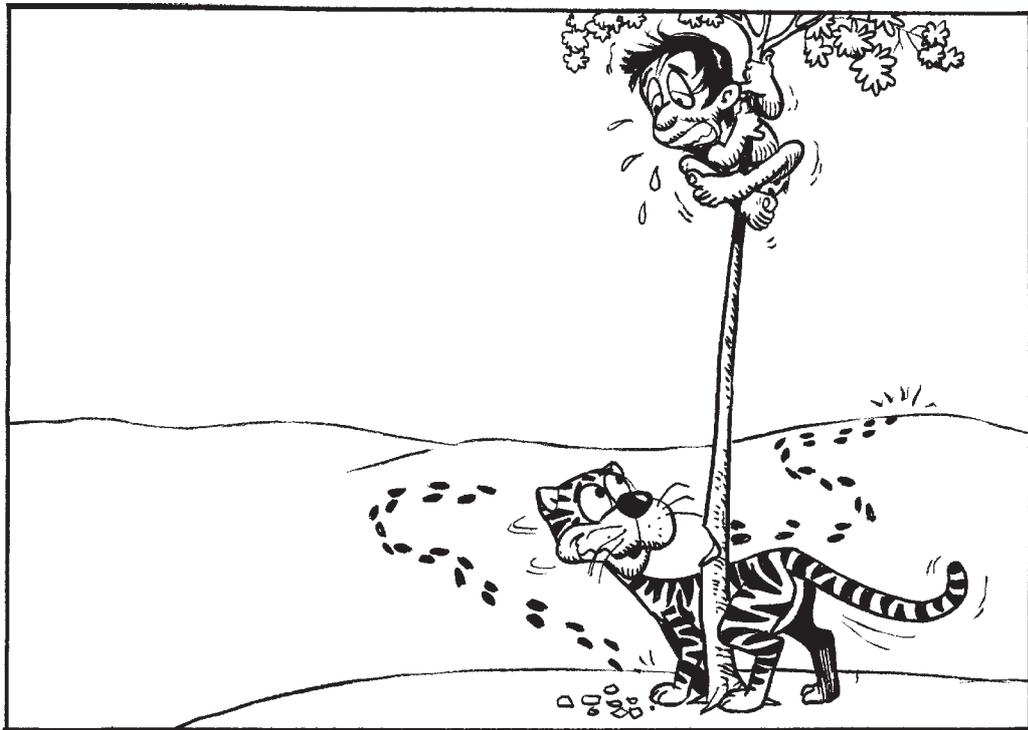
Manuaba, A. & Vanwonterghem, K. 1996. Final Report: Improvement of Quality of Life: Determination of Exposure Limits for Physical Strenuous Tasks Under Tropical Conditions. Joint Research project Indonesia-Belgium. Department of Physiology. University of Udayana. Denpasar.

Manuaba, A. 2000. Ergonomi, Kesehatan dan Keselamatan Kerja. Dalam: Wignyosoebrotro, S. & Wiratno, S.E., Eds. *Proceedings Seminar Nasional Ergonomi*. PT. Guna Widya. Surabaya: 1-4.

Rodahl, K. 1989. *The Physiology of Work*. Taylor & Francis Ltd. Great Britain:15-99.

Suma'mur, P.K. 1982. Ergonomi Untuk Produktivitas Kerja. Yayasan Swabhawa Karya. Jakarta.

Suma'mur, P.K. 1984. *Higene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*. Cet-4, Penerbit PT. Gunung Agung. Jakarta: 82-92.

BAB 8

Kelelahan Akibat Kerja

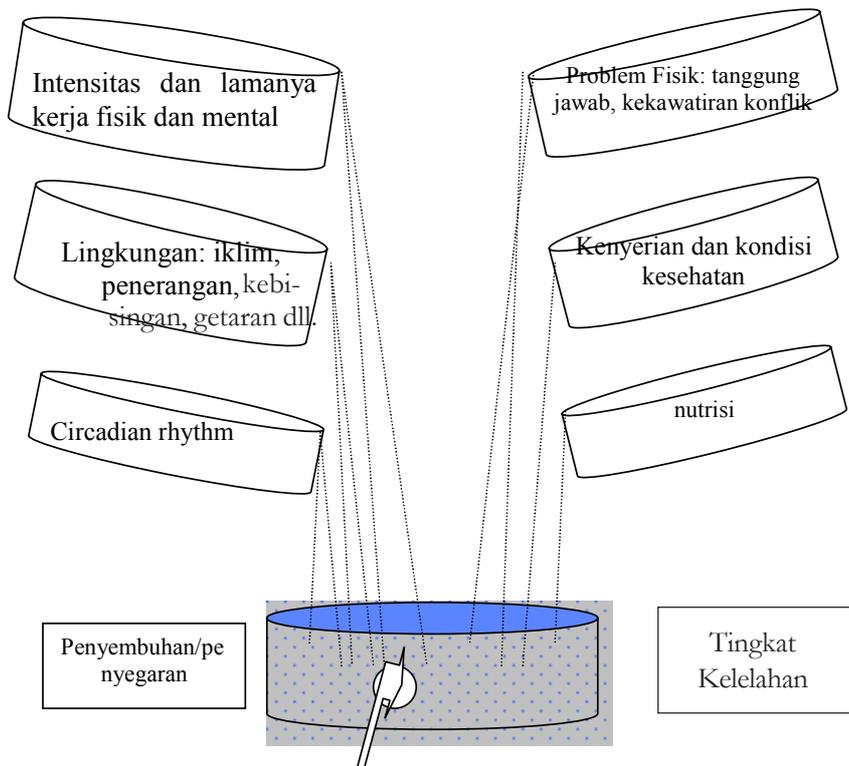
8.1 Pengertian Kelelahan

Kelelahan adalah suatu mekanisme perlindungan tubuh agar tubuh terhindar dari kerusakan lebih lanjut sehingga terjadi pemulihan setelah istirahat. Kelelahan diatur secara sentral oleh otak. Pada susunan syaraf pusat terdapat sistem aktivasi (bersifat simpatis) dan inhibisi (bersifat parasimpatis). Istilah kelelahan biasanya menunjukkan kondisi yang berbeda-beda dari setiap individu, tetapi semuanya bermuara kepada kehilangan efisiensi dan penurunan kapasitas kerja serta ketahanan tubuh. Kelelahan diklasifikasikan dalam dua jenis, yaitu kelelahan otot dan kelelahan umum. Kelelahan otot adalah merupakan tremor pada otot /perasaan nyeri pada otot. Sedang kelelahan umum biasanya ditandai dengan berkurangnya kemauan untuk bekerja yang disebabkan oleh karena monotoni; intensitas dan lamanya kerja fisik; keadaan lingkungan; sebab-sebab mental; status kesehatan dan keadaan gizi (Grandjean, 1993). Secara umum gejala kelelahan dapat dimulai dari yang sangat ringan sampai perasaan yang sangat melelahkan. Kelelahan subjektif biasanya terjadi pada akhir jam kerja, apabila rata-rata beban kerja melebihi 30-40% dari tenaga aerobik maksimal (Astrand & Rodahl, 1977 dan Pulat, 1992).

Sampai saat ini masih berlaku dua teori tentang kelelahan otot yaitu teori kimia dan teori syaraf pusat terjadinya kelelahan. Pada teori kimia secara umum menjelaskan bahwa terjadinya kelelahan adalah akibat berkurangnya cadangan energi dan meningkatnya sisa metabolisme sebagai penyebab hilangnya efisiensi otot, sedangkan perubahan arus listrik pada otot dan syaraf adalah penyebab sekunder. Sedangkan pada teori syaraf pusat menjelaskan bahwa perubahan kimia hanya merupakan penunjang proses. Perubahan kimia yang terjadi mengakibatkan dihantarkannya rangsangan syaraf melalui syaraf sensoris ke otak yang disadari sebagai kelelahan otot. Rangsangan aferen ini menghambat pusat-pusat otak dalam mengendalikan gerakan sehingga frekuensi potensial kegiatan pada sel syaraf menjadi berkurang. Berkurangnya frekuensi tersebut akan menurunkan kekuatan dan kecepatan kontraksi otot dan gerakan atas perintah kemauan menjadi lambat.

Dengan demikian semakin lambat gerakan seseorang akan menunjukkan semakin lelah kondisi otot seseorang.

8.2 Faktor Penyebab Terjadinya Kelelahan Akibat Kerja

Grandjean (1991) menjelaskan bahwa faktor penyebab terjadinya kelelahan di industri sangat bervariasi, dan untuk memelihara/ mempertahankan kesehatan dan efisiensi, proses penyegaran harus dilakukan di luar tekanan *(cancel out the stress)*. Penyegaran terjadi terutama selama waktu tidur malam, tetapi periode istirahat dan waktu-waktu berhenti kerja juga dapat memberikan penyegaran. Faktor-faktor penyebab kelelahan digambarkan seperti pada gambar 8.1.

Gambar 8.1 Teori Kombinasi Pengaruh Penyebab Kelelahan dan Penyegaran *(Recuperation)*.

Sumber: *Grandjean (1991:838). Encyclopaedia of Occupational Health and Safety. ILO. Geneva.*

Kelelahan yang disebabkan oleh karena kerja statis berbeda dengan kerja dinamis. Pada kerja otot statis, dengan pengerahan tenaga 50% dari kekuatan maksimum otot hanya dapat bekerja selama 1 menit, sedangkan pada pengerahan tenaga < 20% kerja fisik dapat berlangsung cukup lama. Tetapi pengerahan tenaga

otot statis sebesar 15-20% akan menyebabkan kelelahan dan nyeri jika pembebanan berlangsung sepanjang hari. Astrand & Rodahl (1977) berpendapat bahwa kerja dapat dipertahankan beberapa jam per hari tanpa gejala kelelahan jika tenaga yang dikerahkan tidak melebihi 8% dari maksimum tenaga otot. Lebih lanjut Suma'mur (1982); Grandjean (1993), juga menyatakan bahwa kerja otot statis merupakan kerja berat *(Strenous)*, kemudian mereka membandingkan antara kerja otot statis dan dinamis. Pada kondisi yang hampir sama, kerja otot statis mempunyai konsumsi energi lebih tinggi, denyut nadi meningkat dan diperlukan waktu istirahat yang lebih lama.

Waters & Bhattacharya (1996), berpendapat agak lain, bahwa kontraksi otot baik statis maupun dinamis dapat menyebabkan kelelahan otot setempat. Kelelahan tersebut terjadi pada waktu ketahanan *(Endurance time)* otot terlampaui. Waktu ketahanan otot tergantung pada jumlah tenaga yang dikembangkan oleh otot sebagai suatu prosentase tenaga maksimum yang dapat dicapai oleh otot. Kemudian pada saat kebutuhan metabolisme dinamis dan aktivitas melampaui kapasitas energi yang dihasilkan oleh tenaga kerja, maka kontraksi otot akan terpengaruh sehingga kelelahan seluruh badan terjadi. Sedangkan Annis & McConville (1996) berpendapat bahwa saat kebutuhan metabolisme dinamis dan aktivitas melampaui kapasitas energi yang dihasilkan oleh tenaga kerja, maka kontraksi otot akan terpengaruh sehingga kelelahan seluruh badan terjadi. Kemudian mereka merekomendasikan bahwa, penggunaan energi tidak melebihi 50% dari tenaga aerobik maksimum untuk kerja 1 jam; 40% untuk kerja 2 jam dan 33% untuk kerja 8 jam terus menerus. Nilai tersebut didesain untuk mencegah kelelahan yang dipercaya dapat meningkatkan resiko cedera otot skeletal pada tenaga kerja.

Untuk mengurangi tingkat kelelahan maka harus dihindarkan sikap kerja yang bersifat statis dan diupayakan sikap kerja yang lebih dinamis. Hal ini dapat dilakukan dengan merubah sikap kerja yang statis menjadi sikap kerja yang lebih bervariasi atau dinamis, sehingga sirkulasi darah dan oksigen dapat berjalan normal ke seluruh anggota tubuh. Sedangkan untuk menilai tingkat kelelahan seseorang dapat dilakukan pengukuran kelelahan secara tidak langsung baik secara objektif maupun subjektif.

8.3 Langkah-Langkah Mengatasi Kelelahan

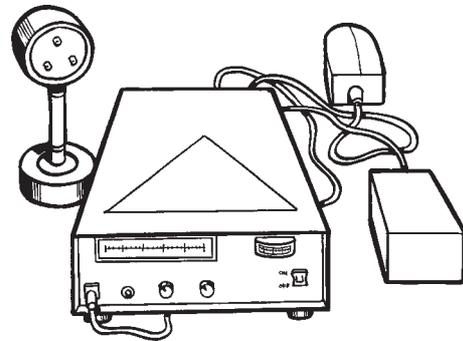
Seperti telah diuraikan sebelumnya bahwa kelelahan disebabkan oleh banyak faktor yang sangat kompleks dan saling mengkait antara factor yang satu dengan yang lain. Yang terpenting adalah bagaimana menangani setiap kelelahan yang muncul agar tidak menjadi kronis. Agar dapat menangani kelelahan dengan tepat, maka kita harus mengetahui apa yang menjadi penyebab terjadinya kelelahan. Berikut ini akan diuraikan secara skematis antara faktor penyebab terjadinya kelelahan, penyegaran dan cara menangani kelelahan agar tidak menimbulkan resiko yang lebih parah seperti pada gambar 8.2.

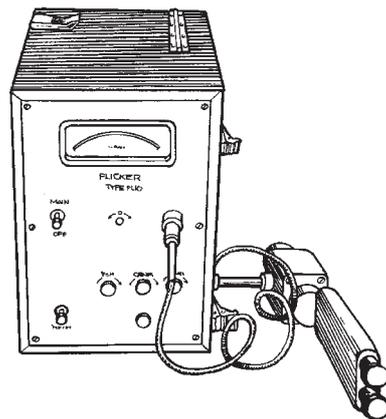
Gambar 8.2. Penyebab Kelelahan, Cara Mengatasi dan Manajemen Resiko Kelelalahan

8.4 Pengukuran Kelelahan

Sampai saat ini belum ada cara untuk mengukur tingkat kelelahan secara langsung. Pengukuran-pengukuran yang dilakukan oleh para peneliti sebelumnya hanya berupa indikator yang menunjukkan terjadinya kelelahan akibat kerja. Grandjean (1993) mengelompokkan metode pengukuran kelelahan dalam beberapa kelompok sebagai berikut:

1. Kualitas dan kuantitas kerja yang dilakukan
   - Pada metode ini, kualitas *output* digambarkan sebagai jumlah proses kerja (waktu yang digunakan setiap item) atau proses operasi yang dilakukan setiap unit waktu. Namun demikian banyak faktor yang harus dipertimbangkan seperti; target produksi; faktor sosial; dan perilaku psikologis dalam kerja. Sedangkan kualitas *output* (kerusakan produk, penolakan produk) atau frekuensi kecelakaan dapat menggambarkan terjadinya kelelahan, tetapi faktor tersebut bukanlah merupakan *causal factor*.

2. Uji psiko-motor (*Psychomotor test*)
   - Pada metode ini melibatkan fungsi persepsi, interpretasi dan reaksi motor. Salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan pengukuran waktu reaksi. Waktu reaksi adalah jangka waktu dari pemberian suatu rangsang sampai kepada suatu saat kesadaran atau dilaksanakan kegiatan. Dalam uji waktu reaksi dapat digunakan nyala lampu, denting suara, sentuhan kulit atau goyangan badan. Terjadinya pemanjangan waktu reaksi merupakan petunjuk adanya pelambatan pada proses faal syaraf dan otot.
   - Sanders & McCormick (1987) mengatakan bahwa waktu reaksi adalah waktu untuk membuat suatu respon yang spesifik saat satu stimuli terjadi. Waktu reaksi terpendek biasanya berkisar antara 150 s/d 200 millidetik. Waktu reaksi tergantung dari stimuli yang dibuat; intensitas dan lamanya perangsangan; umur subjek; dan perbedaan-perbedaan individu lainnya.
   - Setyawati (1996) melaporkan bahwa dalam uji waktu reaksi, ternyata stimuli terhadap cahaya lebih signifikan daripada stimuli suara. Hal tersebut disebabkan karena stimuli suara lebih cepat diterima oleh reseptor daripada stimuli cahaya.
   - Alat ukur waktu reaksi yang telah dikembang di Indonesia biasanya menggunakan nyala lampu dan denting suara sebagai stimuli. Alat ukur waktu reaksi salah satunya dapat dilihat seperti pada gambar di samping 8.3

Gambar 8.1. Reaction Timer

3. Uji hilangnya kelipan (*flicker-fusion test*)
   - Dalam kondisi yang lelah, kemampuan tenaga kerja untuk melihat kelipan akan berkurang. Semakin lelah akan semakin panjang waktu yang diperlukan untuk jarak antara dua kelipan. Uji kelipan, di samping untuk mengukur kelelahan juga menunjukkan keadaan kewaspadaan tenaga kerja. Alat uji hilang kelipan atau flicker-fusion test dapat dilihat seperti gambar 8.4

Gambar 8.2. Alat Uji Hilang Kelipan atau Flicker-Fusion Test

4. Perasaan kelelahan secara subjektif (*Subjective feelings of fatigue*)

➢ *Subjective Self Rating Test* dari *Industrial Fatigue Research Committee* (IFRC) Jepang, merupakan salah satu kuesioner yang dapat untuk mengukur tingkat kelelahan subjektif. Kuesioner tersebut berisi 30 daftar pertanyaan yang terdiri dari:

10 pertanyaan tentang pelemahan kegiatan:

1) perasaan berat di kepala
2) lelah seluruh badan
3) berat di kaki
4) menguap
5) pikiran kacau
6) mengantuk
7) ada beban pada mata
8) gerakan canggung dan kaku
9) berdiri tidak stabil
10) ingin berbaring

10 pertanyaan tentang pelemahan motivasi:

11) susah berpikir
12) lelah untuk bicara
13) gugup
14) tidak berkonsentrasi
15) sulit memusatkan perhatian
16) mudah lupa
17) kepercayaan diri berkurang
18) merasa cemas
19) sulit mengontrol sikap
20) tidak tekun dalam pekerjaan

10 pertanyaan tentang gambaran kelelahan fisik:

21) sakit di kepala
22) kaku di bahu
23) nyeri di punggung
24) sesak nafas
25) haus
26) suara serak
27) merasa pening
28) spasme di kelopak mata
29) tremor pada anggota badan
30) merasa kurang sehat

⇒ Sinclair (1992) menjelaskan beberapa metode yang dapat digunakan dalam pengukuran subjektif. Metode tersebut antara lain; *ranking methods, rating methods, questionnaire methods, interviews* dan *checklists*.

5. Uji mental
   - Pada metode ini konsentrasi merupakan salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk menguji ketelitian dan kecepatan menyelesaikan pekerjaan. *Bourdon Wiersma test*, merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk menguji kecepatan, ketelitian dan konstansi. Hasil tes akan menunjukkan bahwa semakin lelah seseorang maka tingkat kecepatan, ketelitian dan konstansi akan semakin rendah atau sebaliknya. Namun demikian *Bourdon Wiersma test* lebih tepat untuk mengukur kelelahan akibat aktivitas atau pekerjaan yang lebih bersifat mental.

Dari uraian tersebut dapat ditarik kesimpulan, bahwa kelelahan biasanya terjadi pada akhir jam kerja yang disebabkan oleh karena berbagai faktor, seperti monotoni, kerja otot statis, alat dan sarana kerja yang tidak sesuai dengan antropometri pemakainya, stasiun kerja yang tidak ergonomis, sikap paksa dan pengaturan waktu kerja-istirahat yang tidak tepat.

8.5 Kepustakaan

Annis, J.F. & McConville, J.T. 1996. Anthropometry. Dalam: Battacharya, A. & McGlothlin, J.D. eds. *Occupational Ergonomic*. Marcel Dekker Inc. USA: 1-46.

Astrand, P.O. & Rodahl, K. 1977. *Textbook of Work Physiology-Physiological Bases of Exercise*, 2nd edt. McGraw-Hill Book Company. USA.

Grandjean, E. 1991. Fatique. Dalam: Parmeggiani, L. ed. *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety*, Third (revised) edt. ILO, Geneva: 837-839.

Grandjean, E. 1993. *Fitting the Task to the Man*, 4th edt. Taylor & Francis Inc. London.

Pulat, B.M. 1992. *Fundamentals of Industrial Ergonomics*. Hall International. Englewood Cliffs. New Jersey. USA.

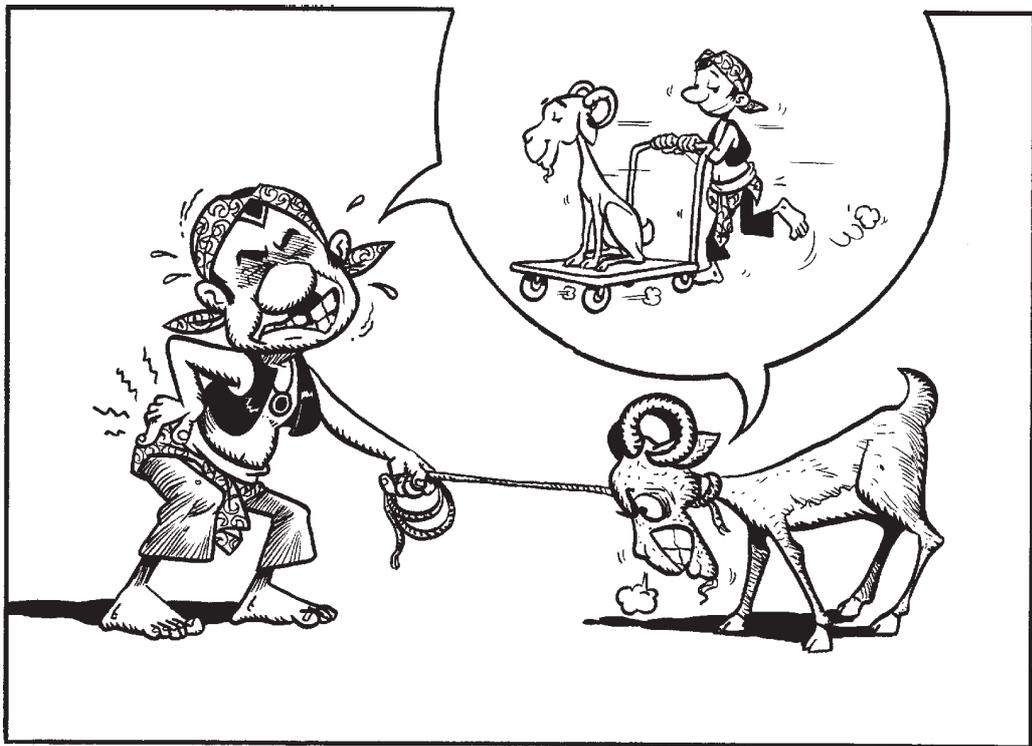
Sanders, M.S. & McCormick, E.J. 1987. *Human Factors In Engineering and Design*, 6th edt. McGraw-Hill Book Company. USA:331-454.

Setyawati, L. 1996. Relation Between Feelings of Fatique, Reaction Time and Work Productivity. *Journal of Human Ergology*. 25(1): 129-134.

Sinclair, M.A. 1992. Subjective Assessment. Dalam: Wilson, J.R. & Corlett, E.N. eds. *Evaluation of Human WorK; A Practical Ergonomics methodology*. Taylor & Francis Great Britain: 58-88.

Suma'mur, P.K. 1982. *Ergonomi Untuk Produktivitas Kerja*. Yayasan Swabhawa Karya. Jakarta.

Water, T.R. & Bhattacharya, A. 1996. Physiological Aspects of Neuromuscular Function. Dalam: Battacharya, A. & McGlothlin, J.D. eds. *Occupational Ergonomic*. Marcel Dekker Inc, USA:.63-76.

BAB 9

Keluhan Muskuloskeletal

9.1 Gambaran Umum

Keluhan muskuloskeletal adalah keluhan pada bagian-bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan sangat ringan sampai sangat sakit. Apabila otot menerima beban statis secara berulang dan dalam waktu yang lama, akan dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen dan tendon. Keluhan hingga kerusakan inilah yang biasanya diistilahkan dengan keluhan *musculoskeletal disorders* (MSDs) atau cedera pada sistem muskuloskeletal (Grandjean, 1993; Lemasters, 1996). Secara garis besar keluhan otot dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu :

1 Keluhan sementara (*reversible*), yaitu keluhan otot yang terjadi pada saat otot menerima beban statis, namun demikian keluhan tersebut akan segera hilang apabila pembebanan dihentikan, dan

2 Keluhan menetap (*persistent*), yaitu keluhan otot yang bersifat menetap. Walaupun pembebanan kerja telah dihentikan, namun rasa sakit pada otot masih terus berlanjut.

Studi tentang MSDs pada berbagai jenis industri telah banyak dilakukan dan hasil studi menunjukkan bahwa bagian otot yang sering dikeluhkan adalah otot rangka (skeletal) yang meliputi otot leher, bahu, lengan, tangan, jari, punggung, pinggang dan otot-otot bagian bawah. Di antara keluhan otot skeletal tersebut, yang banyak dialami oleh pekerja adalah otot bagian pinggang (*low back pain=LBP*). Laporan dari *the Bureau of Labour Statistics* (LBS) Departemen Tenaga Kerja Amerika serikat yang dipublikasikan pada tahun 1982 menunjukkan bahwa hampir 20 % dari semua kasus sakit akibat kerja dan 25 % biaya kompensasi yang dikeluarkan sehubungan dengan adanya keluhan/sakit pinggang. Besarnya biaya kompensasi yang harus dikeluarkan oleh perusahaan secara pasti belum diketahui. Namun

demikian, hasil estimasi yang dipublikasikan oleh NIOSH menunjukkan bahwa biaya kompensasi untuk keluhan otot skeletal sudah mencapai 13 milyar US dolar setiap tahun. Biaya tersebut merupakan yang terbesar bila dibandingkan dengan biaya kompensasi untuk keluhan/sakit akibat kerja lainnya. (NIOSH, 1996). Sementara itu *National Safety Council* melaporkan bahwa sakit akibat kerja yang frekuensi kejadiannya paling tinggi adalah sakit punggung, yaitu 22 % dari 1.700.000 kasus (Waters, *et al*, 1996a).

Keluhan otot skeletal pada umumnya terjadi karena konstraksi otot yang berlebihan akibat pemberian beban kerja yang terlalu berat dengan durasi pembebanan yang panjang. Sebaliknya, keluhan otot kemungkinan tidak terjadi apabila kontraksi otot hanya berkisar antara 15 - 20% dari kekuatan otot maksimum. Namun apabila kontraksi otot melebihi 20 %, maka peredaran darah ke otot berkurang menurut tingkat kontraksi yang dipengaruhi oleh besarnya tenaga yang diperlukan. Suplai oksigen ke otot menurun, proses metabolisme karbohidrat terhambat dan sebagai akibatnya terjadi penimbunan asam laktat yang menyebabkan timbulnya rasa nyeri otot (Suma'mur, 1982; Grandjean, 1993).

9.2 Faktor Penyebab Terjadinya Keluhan Muskuloskeletal

Peter Vi (2000) menjelaskan bahwa, terdapat beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya keluhan otot skeletal.

1. Peregangan Otot yang Berlebihan

Peregangan otot yang berlebihan (*over exertion*) pada umumnya sering dikeluhkan oleh pekerja di mana aktivitas kerjanya menuntut pengerahan tenaga yang besar seperti aktivitas mengangkat, mendorong, menarik dan menahan beban yang berat. Peregangan otot yang berlebihan ini terjadi karena pengerahan tenaga yang diperlukan melampaui kekuatan optimum otot. Apabila hal serupa sering dilakukan, maka dapat mempertinggi resiko terjadinya keluhan otot, bahkan dapat menyebabkan terjadinya cedera otot skeletal.

2. Aktivitas Berulang

Aktivitas berulang adalah pekerjaan yang dilakukan secara terus menerus seperti pekerjaan mencangkul, membelah kayu besar, angkat-angkut dsb. Keluhan otot terjadi karena otot menerima tekanan akibat beban kerja secara terus menerus tanpa memperoleh kesempatan untuk relaksasi.

3. Sikap Kerja Tidak Alamiah

Sikap kerja tidak alamiah adalah sikap kerja yang menyebabkan posisi bagian-bagian tubuh bergerak menjauhi posisi alamiah, misalnya pergerakan tangan terangkat, punggung terlalu membungkuk, kepala terangkat,dsb. Semakin jauh posisi

bagian tubuh dari pusat gravitasi tubuh, maka semakin tinggi pula resiko terjadinya keluhan otot skeletal. Sikap kerja tidak alamiah ini pada umumnya karena karakteristik tuntutan tugas, alat kerja dan stasiun kerja tidak sesuai dengan kemampuan dan keterbatasan pekerja (Grandjean, 1993; Anis & McCnville, 1996; Waters & Anderson, 1996 & Manuaba, 2000).

Di Indonesia, sikap kerja tidak alamiah ini lebih banyak disebabkan oleh adanya ketidak sesuaian antara dimensi alat dan stasiun kerja dengan ukuran tubuh pekerja. Sebagai negara berkembang, sampai saat ini Indonesia masih tergantung pada perkembangan teknologi negara-negara maju, khususnya dalam pengadaan peralatan industri. Mengingat bahwa dimensi peralatan tersebut didesain tidak berdasarkan ukuran tubuh orang Indonesia, maka pada saat pekerja Indonesia harus mengoperasikan peralatan tersebut, terjadilah sikap kerja tidak alamiah. Sebagai contoh, pengoperasian mesin-mesin produksi di suatu pabrik yang diimpor dari Amerika dan Eropa akan menjadi masalah bagi sebagian besar pekerja kita. Hal tersebut disebabkan karena negara pengekspor di dalam mendesain mesin-mesin tersebut hanya didasarkan pada antropometri dari populasi pekerja negara yang bersangkutan, yang pada kenyataannya ukuran tubuhnya lebih besar dari pekerja kita. Sudah dapat dipastikan, bahwa kondisi tersebut akan menyebabkan sikap paksa pada waktu pekerja mengoperasikan mesin. Apabila hal ini terjadi dalam kurun waktu yang lama, maka akan terjadi akumulasi keluhan yang pada akhirnya dapat menyebabkan terjadinya cedera otot.

4. Faktor Penyebab Sekunder

- **Tekanan**

  Terjadinya tekanan langsung pada jaringan otot yang lunak. Sebagai contoh, pada saat tangan harus memegang alat, maka jaringan otot tangan yang lunak akan menerima tekanan langsung dari pegangan alat, dan apabila hal ini sering terjadi, dapat menyebabkan rasa nyeri otot yang menetap.

- **Getaran**

  Getaran dengan frekuensi tinggi akan menyebabkan kontraksi otot bertambah. Kontraksi statis ini menyebabkan peredaran darah tidak lancar, penimbunan asam laktat meningkat dan akhirnya timbul rasa nyeri otot (Suma'mur, 1982).

- **Mikroklimat**

  Paparan suhu dingin yang berlebihan dapat menurunkan kelincahan, kepekaan dan kekuatan pekerja sehingga gerakan pekerja menjadi lamban, sulit bergerak yang disertai dengan menurunnya kekuatan otot (Astrand & Rodhl, 1977; Pulat, 1992; Wilson & Corlett, 1992). Demikian juga dengan paparan udara yang panas. Beda suhu lingkungan dengan suhu tubuh yang terlampau besar

menyebabkan sebagian energi yang ada dalam tubuh akan termanfaatkan oleh tubuh untuk beradaptasi dengan lingkungan tersebut. Apabila hal ini tidak diimbangi dengan pasokan energi yang cukup, maka akan terjadi kekurangan suplai energi ke otot. Sebagai akibatnya, peredaran darah kurang lancar, suplai oksigen ke otot menurun, proses metabolisme karbohidrat terhambat dan terjadi penimbunan asam laktat yang dapat menimbulkan rasa nyeri otot (Suma'mur, 1982; Grandjean, 1993).

5. Penyebab Kombinasi

Resiko terjadinya keluhan otot skeletal akan semakin meningkat apabila dalam melakukan tugasnya, pekerja dihadapkan pada beberapa faktor resiko dalam waktu yang bersamaan, misalnya pekerja harus melakukan aktivitas angkat angkut di bawah tekanan panas matahari seperti yang dilakukan oleh para pekerja bangunan.

Di samping kelima faktor penyebab terjadinya keluhan otot tersebut di atas, beberapa ahli menjelaskan bahwa faktor individu seperti umur, jenis kelamin, kebiasaan merokok, aktivitas fisik, kekuatan fisik dan ukuran tubuh juga dapat menjadi penyebab terjadinya keluhan otot skelatal.

➢ **Umur**

Chaffin (1979) dan Guo *et al.* (1995) menyatakan bahwa pada umumnya keluhan otot skeletal mulai dirasakan pada usia kerja, yaitu 25-65 tahun. Keluhan pertama biasanya dirasakan pada umur 35 tahun dan tingkat keluhan akan terus meningkat sejalan dengan bertambahnya umur. Hal ini terjadi karena pada umur setengah baya, kekuatan dan ketahanan otot mulai menurun sehingga resiko terjadinya keluhan otot meningkat. Sebagai contoh, Betti'e, *et al* (1989) telah melakukan studi tentang kekuatan statik otot untuk pria dan wanita dengan usia antara 20 sampai dengan di atas 60 tahun. Penelitian difokuskan untuk otot lengan, punggung dan kaki. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan otot maksimal terjadi pada saat umur antara 20 - 29 tahun, selanjutnya terus terjadi penurunan sejalan dengan bertambahnya umur. Pada saat umur mencapai 60 tahun, rerata kekuatan otot menurun sampai 20 %. Pada saat kekuatan otot mulai menurun maka resiko terjadinya keluhan otot akan meningkat. Riihimaki *et al.* (1989) menjelaskan bahwa umur mempunyai hubungan yang sangat kuat dengan keluhan otot, terutama untuk otot leher dan bahu, bahkan ada beberapa ahli lainnya menyatakan bahwa umur merupakan penyebab utama terjadinya keluhan otot.

➢ **Jenis Kelamin**

Walaupun masih ada perbedaan pendapat dari beberapa ahli tentang pengaruh jenis kelamin terhadap resiko keluhan otot skeletal, namun beberapa hasil penelitian secara signifikan menunjukkan bahwa jenis kelamin sangat

mempengaruhi tingkat resiko keluhan otot. Hal ini terjadi karena secara fisiologis, kemampuan otot wanita memang lebih rendah daripada pria. Astrand & Rodahl (1977) menjelaskan bahwa kekuatan otot wanita hanya sekitar dua pertiga dari kekuatan otot pria, sehingga daya tahan otot pria pun lebih tinggi dibandingkan dengan wanita. Hasil penelitian Betti'e *at al.* (1989) menunjukkan bahwa rerata kekuatan otot wanita kurang lebih hanya 60 % dari kekuatan otot pria, khususnya untuk otot lengan, punggung dan kaki. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian Chiang *et al.* (1993), Bernard *et al.* (1994), Hales *et al.* (1994) dan Johanson (1994) yang menyatakan bahwa perbandingan keluhan otot antara pria dan wanita adalah 1:3. Dari uraian tersebut di atas, maka jenis kelamin perlu dipertimbangkan dalam mendesain beban tugas.

- **Kebiasaan Merokok**

  Sama halnya dengan faktor jenis kelamin, pengaruh kebiasaan merokok terhadap resiko keluhan otot juga masih diperdebatkan dengan para ahli, namun demikian, beberapa penelitian telah membuktikan bahwa meningkatnya keluhan otot sangat erat hubungannya dengan lama dan tingkat kebiasaan merokok. Semakin lama dan semakin tinggi frekuensi merokok, semakin tinggi pula tingkat keluhan otot yang dirasakan. Boshuizen *et al.* (1993) menemukan hubungan yang signifikan antara kebiasaan merokok dengan keluhan otot pinggang, khususnya untuk pekerjaan yang memerlukan pengerahan otot. Hal ini sebenarnya terkait erat dengan kondisi kesegaran tubuh seseorang. Kebiasaan merokok akan dapat menurunkan kapasitas paru-paru, sehingga kemampuan untuk mengkonsumsi oksigen menurun dan sebagai akibatnya, tingkat kesegaran tubuh juga menurun. Apabila yang bersangkutan harus melakukan tugas yang menuntut pengerahan tenaga, maka akan mudah lelah karena kandungan oksigen dalam darah rendah, pembakaran karbohidrat terhambat, terjadi tumpukan asam laktat dan akhirnya timbul rasa nyeri otot.

- **Kesegaran Jasmani**

  Pada umumnya, keluhan otot lebih jarang ditemukan pada seseorang yang dalam aktivitas kesehariannya mempunyai cukup waktu untuk istirahat. Sebaliknya, bagi yang dalam kesehariannya melakukan pekerjaan yang memerlukan pengerahan tenaga yang besar, di sisi lain tidak mempunyai waktu yang cukup untuk istirahat, hampir dapat dipastikan akan terjadi keluhan otot. Tingkat keluhan otot juga sangat dipengaruhi oleh tingkat kesegaran tubuh. Laporan NIOSH yang dikutip dari hasil penelitian Cady *et al.* (1979) menyatakan bahwa untuk tingkat kesegaran tubuh yang rendah, maka resiko terjadinya keluhan adalah 7,1 %, tingkat kesegaran tubuh sedang adalah 3,2 % dan tingkat kesegaran tubuh tinggi adalah 0,8 %. Hal ini juga diperkuat dengan laporan

Betti'e *et al.* (1989) yang menyatakan bahwa hasil penelitian terhadap para penerbang menunjukkan bahwa kelompok penerbang dengan tingkat kesegaran tubuh yang tinggi mempunyai resiko yang sangat kecil terhadap resiko cedera otot.

Dari uraian di atas dapat digarisbawahi bahwa, tingkat kesegaran tubuh yang rendah akan mempertingi resiko terjadinya keluhan otot. Keluhan otot akan meningkat sejalan dengan bertambahnya aktivitas fisik.

- **Kekuatan Fisik**

Sama halnya dengan beberapa faktor lainnya, hubungan antara kekuatan fisik dengan resiko keluhan otot skeletal juga masih diperdebatkan. Beberapa hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan yang signifikan, namun penelitian lainnya menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara kekuatan fisik dengan keluhan otot skeletal. Chaffin and Park (1973) yang dilaporkan oleh NIOSH menemukan adanya peningkatan keluhan punggung yang tajam pada pekerja yang melakukan tugas yang menuntut kekuatan melebihi batas kekuatan otot pekerja. Bagi pekerja yang kekuatan ototnya rendah, resiko terjadinya keluhan tiga kali lipat dari yang mempunyai kekuatan tinggi. Sementara itu, Betti'e *et al.* (1990) menemukan bahwa pekerja yang sudah mempunyai keluhan pinggang mampu melakukan pekerjaan seperti pekerja lainnya yang belum memiliki keluhan pinggang.

Terlepas dari perbedaan kedua hasil penelitian tersebut di atas, secara fisiologis ada yang dilahirkan dengan struktur otot yang mempunyai kekuatan fisik lebih kuat dibandingkan dengan yang lainnya. Dalam kondisi kekuatan yang berbeda ini, apabila harus melakukan pekerjaan yang memerlukan pengerahan otot, jelas yang mempunyai kekuatan rendah akan lebih rentan terhadap resiko cedera otot. Namun untuk pekerjaan-pekerjaan yang tidak memerlukan pengerahan tenaga, maka faktor kekuatan fisik kurang relevan terhadap resiko keluhan otot skeletal.

- **Ukuran Tubuh (antropometri).**

Walaupun pengaruhnya relatif kecil, berat badan, tinggi badan dan massa tubuh merupakan faktor yang dapat menyebabkan terjadinya keluhan otot skeletal. Vessy *et al* (1990) menyatakan bahwa wanita yang gemuk mempunyai resiko dua kali lipat dibandingkan wanita kurus. Hal ini diperkuat oleh Werner *et al* (1994) yang menyatakan bahwa bagi pasien yang gemuk (obesitas dengan masa tubuh >29) mempunyai resiko 2,5 lebih tinggi dibandingkan dengan yang kurus (masa tubuh <20), khususnya untuk otot kaki. Temuan lain menyatakan bahwa pada tubuh yang tinggi umumnya sering menderita keluhan

sakit punggung, tetapi tubuh tinggi tidak mempunyai pengaruh terhadap keluhan pada leher, bahu dan pergelangan tangan.

Apabila dicermati, keluhan otot skeletal yang terkait dengan ukuran tubuh lebih disebabkan oleh kondisi keseimbangan struktur rangka di dalam menerima beban, baik beban berat tubuh maupun beban tambahan lainnya. Sebagai contoh, tubuh yang tinggi pada umumnya mempunyai bentuk tulang yang langsing sehingga secara biomekanik rentan terhadap beban tekan dan rentan terhadap tekukan, oleh karena itu mempunyai resiko yang lebih tinggi terhadap terjadinya keluhan otot skeletal.

9.3 Mengukur dan Mengenali Sumber Penyebab Keluhan Muskuloskeletal

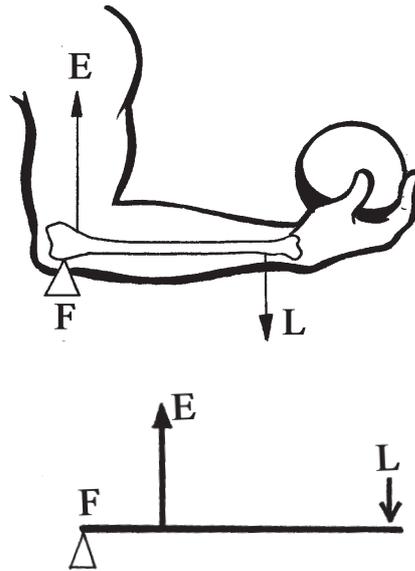
Ada beberapa cara yang telah diperkenalkan dalam melakukan evaluasi ergonomi untuk mengetahui hubungan antara tekanan fisik dengan resiko keluhan otot skeletal. Pengukuran terhadap tekanan fisik ini cukup sulit karena melibatkan berbagai faktor subjektif seperti kinerja, motivasi, harapan dan toleransi kelelahan (Waters & Anderson, 1996a). Alat ukur ergonomik yang dapat digunakan mulai dari yang sederhana seperti *checklist* hingga sistem komputer, seperti uraian berikut ini :

➢ ***Checklist***

Checklist merupakan alat ukur ergonomik yang paling sederhana dan mudah, oleh karena itu pada umumnya menjadi pilihan pertama untuk melakukan pengukuran yang masih bersifat umum. *Checklist* terdiri dari daftar pertanyaan yang diarahkan untuk mengidentifikasi sumber keluhan/penyakit. Untuk mengetahui sumber keluhan otot, pada umumnya daftar pertanyaan yang diajukan dikelompokkan menjadi dua, yaitu pertanyaan yang bersifat umum dan khusus. Pertanyaan umum biasanya mengarah pada pengumpulan data tentang tingkat beban kerja, tingkat kesulitan pekerjaan, kondisi lingkungan kerja, waktu dan sikap kerja. Sedangkan pertanyaan khusus diarahkan untuk memperoleh data yang lebih spesifik seperti berat beban, jarak angkat, jenis pekerjaan dan frekuensi kerja.

Checklist merupakan alat ukur ergonomik yang sangat mudah untuk digunakan, tetapi hasilnya kurang teliti. Oleh karena itu *checklist* lebih cocok untuk studi pendahuluan dan identifikasi masalah.

➢ **Model Biomekanik**

Model biomekanik menerapkan konsep mekanika teknik pada fungsi tubuh untuk mengetahui reaksi otot yang terjadi akibat tekanan beban kerja. Atas dasar teori keseimbangan pada sendi seperti yang terlihat pada Gambar 9.1, dapat dianalisis besarnya peregangan otot akibat beban dan sikap kerja yang ada dan selanjutnya dapat dievaluasi apakah peregangan yang terjadi melampaui kekuatan maksimal otot untuk kontraksi.

Gambar 9.1 Contoh keseimbangan sendi pada siku untuk menganalisis peregangan otot lengan akibat beban kerja (Sumber : Bagchee and Bhattacharya, 1996. Biomechanical Aspects of Body Movement)

Keterangan gambar :
L = beban kerja (*Load*)
E = peregangan otot yang terjadi akibat beban kerja (*effort*)
F = Titik sendi (*siku*)

Beberapa faktor penting yang harus dicermati apabila pengukuran dilakukan dengan model biomekanik adalah sebagai berikut :

1. Sifat dasar mekanik (statik atau dinamik);
2. Dimensi model (dua atau tiga dimensi);
3. Ketepatan dalam mengambil asumsi; dan
4. Input yang diperlukan cukup kompleks.

Walaupun model biomekanik dapat dipakai untuk mengenali sumber penyebab terjadinya keluhan otot skeletal, namun dalam penerapannya, model biomekanik lebih banyak digunakan untuk mendesain tingkat beban dan sikap kerja yang aman bagi pekerja.

➢ **Tabel Psikofisik**

Psikofisik merupakan cabang ilmu psikologi yang digunakan untuk menguji hubungan antara persepsi dari sensasi tubuh terhadap rangsangan fisik. Melalui persepsi dari sensasi tubuh dapat diketahui kapasitas kerja seseorang.

Stevens(1960) dan Snook & Ciriello (1991) menjelaskan bahwa tingkat kekuatan seseorang dalam menerima beban kerja dapat diukur melalui perasaan subjektif, dalam arti persepsi seseorang terhadap beban kerja dapat digunakan untuk mengukur efek kombinasi dari tekanan fisik dan tekanan biomekanik akibat aktivitas kerja yang dilakukan. Selanjutnya hasil pengukuran biasanya ditampilkan dalam bentuk tabel yang memberikan informasi tentang batasan berat beban yang masih mampu dipikul oleh pekerja seperti contoh dalam Tabel 9.1

Tabel 9.1 Tabel Psikofisik untuk Daya Dorong Maksimum

Jarak objek dari lantai ke tangan (cm)	Jumlah pekerja wanita (%)	Daya dorong maksimum (kg) untuk jarak 15,2 m						
		Satu kali dorong untuk setiap						
		6 det	12 det	1 mnt.	2 mnt	5 mnt	30 mnt	8 jam
89	90	5	6	6	7	7	8	10
	75	7	8	9	10	11	11	14
	50	9	11	13	13	14	15	19
	25	12	14	16	16	18	19	24
	10	14	17	19	19	21	23	28

Sumber : *Waters & Anderson 1996. Manual Material Handling.*

Untuk metode tabel psikofisik ini, satu hal yang perlu diingat bahwa hasil pengukuran sangat tergantung dari persepsi perorangan dan sebagai konsekuensinya, kemungkinan besar terjadi perbedaan antara persepsi yang satu dengan yang lainnya.

➢ **Model Fisik**

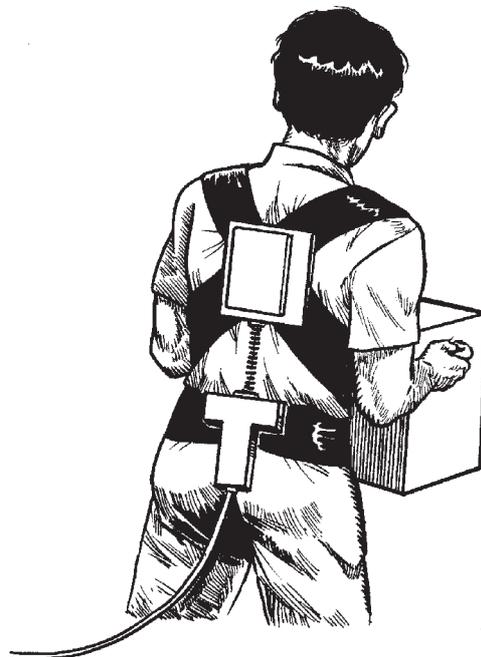
Salah satu penyebab timbulnya keluhan otot adalah karena kelelahan yang terjadi akibat beban kerja yang berlebihan. Oleh karena itu, salah satu metode untuk mengetahui sumber keluhan otot dapat dilakukan secara tidak langsung dengan mengukur tingkat beban kerja. Tingkat beban kerja dapat diketahui melalui indikator denyut nadi, konsumsi oksigen dan kapasitas paru-paru. Melalui indikator tingkat beban kerja inilah dapat diketahui tingkat resiko terjadinya keluhan otot skeletal. Apabila beban kerja melebihi kapasitas kerja, maka resiko terjadinya keluhan otot akan semakin besar.

- **Pengukuran dengan *Videotape***

  Analisis *Videotape* dilakukan dengan menggunakan *video camera*. Melalui *video camera* dapat direkam setiap tahapan aktivitas kerja, selanjutnya hasil rekaman ini digunakan sebagai dasar untuk melakukan analisis terhadap sumber terjadinya keluhan otot. Pengukuran dengan *videotape* ini sangat mudah dilakukan dan hasilnya sangat mudah untuk dipahami. Namun bagaimanapun *video camera* mempunyai keterbatasan jangkauan. Untuk dapat merekam seluruh tahapan aktifitas kerja secara detail, diperlukan beberapa *video camera* yang ditempatkan diberbagai sudut pandang. Oleh karena itu memerlukan biaya yang cukup mahal.

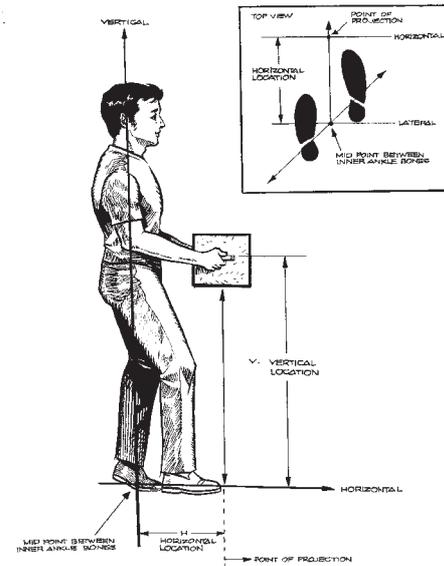
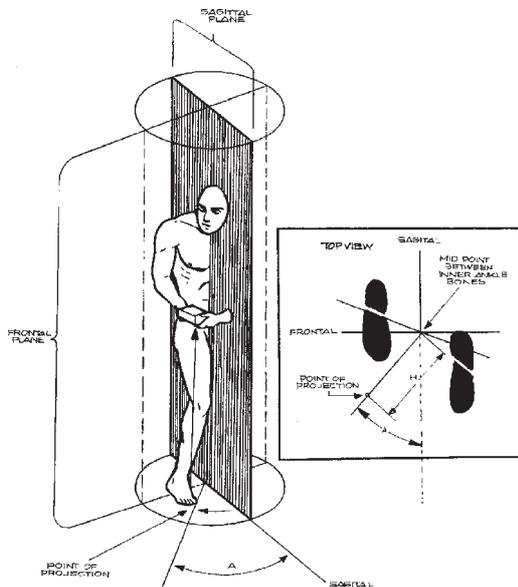
- **Pengamatan Melalui Monitor**

  Alat monitor telah dikembangkan untuk mengukur berbagai aspek dari aktivitas fisik yang meliputi posisi, kecepatan dan percepatan gerakan. Sistem ini terdiri dari sensor mekanik yang dipasang pada bagian-bagian tubuh pekerja yang akan diukur seperti yang terlihat pada Gambar 9.2

  Selanjutnya melalui monitor dapat dilihat secara langsung karakteristik dari perubahan gerak yang terjadi yang dapat digunakan untuk mengestimasi resiko keluhan otot yang akan terjadi serta sekaligus dapat dianalisis solusi ergonomik yang tepat untuk mencegah terjadinya keluhan tersebut.

Gambar 9.2 Lumbar Motion Monitor (Sumber: Waters and Anderson, 1996a Manual Materials Handling)

Selain metode pengukuran yang telah diuraikan di atas, metode pengukuran lain yang juga sering digunakan, yaitu pengukuran secara analitik (Water & Anderson, 1996a) dan pengukuran dengan menggunakan *Nordic Body Map* (Corlett, 1992).

➢ **Metode Analitik**

Metode analitik ini direkomendasikan oleh NIOSH untuk pekerjaan mengangkat. NIOSH memberikan cara sederhana untuk mengestimasi kemungkinan terjadinya peregangan otot yang berlebihan (*overexertion*) atas dasar karakteristik pekerjaan, yaitu dengan menghitung *Recommended Weight Limit* (RWL) dan *Lifting Index* (LI). RWL adalah berat beban yang masih aman untuk dikerjakan oleh pekerja dalam waktu tertentu tanpa meningkatkan resiko gangguan sakit pinggang (*low back pain*) (Waters, & Anderson, 1996b). RWL dihitung berdasarkan enam variabel seperti yang terlihat pada Gambar 9.3 disamping ini.

Gambar 9.3 a Ilustrasi posisi tangan pada saat mengangkat beban (Sumber: Waters and Anderson, 1996b. Revised NIOSH Lifting Equation)

Gambar 9.3b Ilustrasi sudut putar pada saat memindahkan beban (Sumber: Waters&Anderson, 1996b. Revised NIOSH Lifting Equation)

Keterangan Gambar :

1. H : Jarak horizontal antara beban dengan pekerja *(Horizontal location)*
2. V : Jarak vertikal antara lantai dengan pegangan *(Vertical location)*
3. D : Jarak lintasan dari tempat awal ke tempat yang dituju *(Destination)*
4. A : Sudut putar pada saat memindahkan beban *(Angle of Asymetric)*
5. F : Frekuensi dan durasi dari pengangkatan *(Frequency of lifting)*
6. C : Klasifikasi pegangan tangan *(Coupling classification)* yang dikategorikan kedalam 3 tingkat yaitu Baik, Sedang dan Kurang.

Berdasarkan enam variabel tersebut, maka dapat dihitung RWL dengan rumus sebagai berikut.

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

Di mana :

LC	=	*load constant*	=	23 kg
HM	=	*Horizontal multiplier*	=	25/H
VM	=	*Vertical multiplier*	=	(1 - 0.003 / V-75 /)
DM	=	*Distance multiplier*	=	(0.82 + 4.5/D)
AM	=	*Asymetric multiplier*	=	(1-0.0032A)
FM	=	*Frequency multiplier*	=	lihat tabel 9.2
CM	=	*Coupling multiplier*	=	lihat tabel 9.3

Tabel 9.2 Frequency Multipler

Frequency[a] Lifts/min (F)	Lama Kerja Mengangkat					
	≤ 1 jam		>1 dan ≤ 2 jam		>2 dan ≤ 8 jam	
	$V^b<75$	V >75	V <75	V ≥ 75	V <75	V ≥ 75
≥ 0,2	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,26	0,26	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,00	0,23	0,00	0,13
11	0,41	0,41	0,00	0,21	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
>15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

[a] untuk frequency angkatan kurang dari sekali per 5 menit, F = 0,2 lift/min.

[b] diekspresikan dalam cm dan diukur dari permukaan lantai.

Sumber : Waters & Anderson (1996b). Revised NIOSH lifting Equation

Tabel 9.3 Coupling Multipler

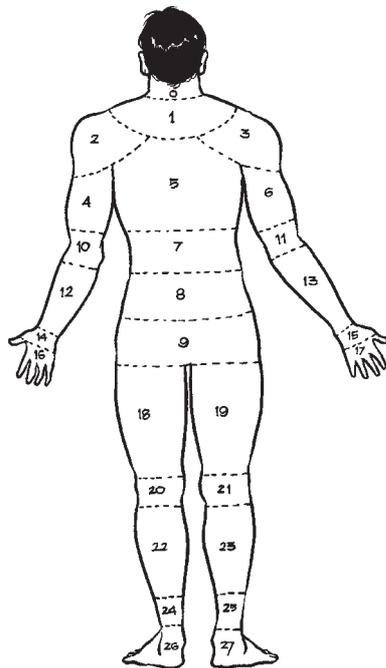
Tipe Coupling	CM	
	V < 75 cm	V ≥ 75 cm
Baik (Good)	1,00	1,00
Sedang (Fair)	0,95	1,00
Jelek (Poor)	0,90	0,90

Sumber : Waters & Anderson (1996b). Nios Litting Rivised Equation

Lifting Index (LI) adalah estimasi sederhana terhadap resiko cedera yang diakibatkan oleh *overexertion*. Berdasarkan berat beban dan nilai RWL, dapat ditentukan besarnya LI dengan rumus sebagai berikut.

$$LI = \frac{\text{Berat Beban}}{\text{RWL}} \leq 3.0$$

Aktivitas mengangkat dengan nilai LI > 1 *(moderately stressful task)*, akan meningkatkan resiko terhadap keluhan sakit pinggang *(low back pain)*, oleh karena itu, maka beban kerja harus didesain sedemikian rupa sehingga nilai LI ≤ 1. Untuk beban kerja dengan nilai LI >1, mengandung resiko keluhan sakit pinggang, sedangkan untuk nilai LI > 3 *(highly stressful task)*, sudah dapat dipastikan menyebabkan terjadinya *overexertion* (Waters & Anderson, 1996b)

- **Nordic Body Map (NBM)**

Gambar 9.4 Nordic Body Map (Sumber: Corlett, 1992. Static Muscle Loading and the Evaluation of Pasture)

Melalui NBM seperti pada Gambar 9.4 dapat diketahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari rasa tidak nyaman (agak sakit) sampai sangat sakit (Corlett, 1992).

Dengan melihat dan menganalisis peta tubuh (NBM) seperti pada Gambar 9.4, maka dapat diestimasi jenis dan tingkat keluhan otot skeletal yang dirasakan oleh pekerja. Cara ini sangat sederhana namun kurang teliti karena mengandung subjektivitas yang tinggi. Untuk menekan bias yang mungkin terjadi, maka sebaiknya pengukuran di lakukan sebelum dan sesudah melakukan aktivitas kerja *(pre and post test)*.

Dari uraian tentang berbagai metode untuk mengukur dan mengenali sumber keluhan otot skeletal tersebut diatas, terlihat bahwa masing-masing metode memiliki kelebihan dan kelemahan. Oleh karena itu, sebelum memilih dan menetapkan metode yang akan digunakan, hendaknya dikaji terlebih dahulu karakteristik dari aktivitas kerja yang akan diukur, selanjutnya barulah ditetapkan metode yang cocok untuk kondisi dan karakteristik aktivitas kerja yang ada.

9.4 Langkah-Langkah Mengatasi Keluhan Muskuloselektal

Berdasarkan rekomendasi dari *Occupational Safety and Health Administration (OSHA)*, tindakan ergonomik untuk mencegah adanya sumber penyakit adalah melalui dua cara, yaitu rekayasa teknik (desain stasiun dan alat kerja) dan rekayasa manajemen (kriteria dan organisasi kerja) (Grandjean, 1993; Anis & McConville, 1996; Waters & Anderson, 1996; Manuaba, 2000; Peter Vi, 2000). Langkah preventif ini dimaksudkan untuk mengeleminir *overexertion* dan mencegah adanya sikap kerja tidak alamiah.

1. Rekayasa teknik

Rekayasa teknik pada umumnya dilakukan melalui pemilihan beberapa alternatif sebagai berikut:

- Eliminasi, yaitu dengan menghilangkan sumber bahaya yang ada. Hal ini jarang bisa dilakukan mengingat kondisi dan tuntutan pekerjaan yang mengharuskan untuk menggunakan peralatan yang ada.
- Substitusi, yaitu mengganti alat/bahan lama dengan alat/bahan baru yang aman, menyempurnakan proses produksi dan menyempurnakan prosedur penggunaan peralatan.
- Partisi, yaitu melakukan pemisahan antara sumber bahaya dengan pekerja, sebagai contoh, memisahkan ruang mesin yang bergetar dengan ruang kerja lainnya, pemasangan alat peredam getaran, dsb.
- Ventilasi, yaitu dengan menambah ventilasi untuk mengurangi resiko sakit, misalnya akibat suhu udara yang terlalu panas.

2. Rekayasa manajemen

Rekayasa manajemen dapat dilakukan melalui tindakan-tindakan sebagai berikut :

- Pendidikan dan pelatihan

  Melalui pendidikan dan pelatihan, pekerja menjadi lebih memahami lingkungan

dan alat kerja sehingga diharapkan dapat melakukan penyesuaian dan inovatf dalam melakukan upaya-upaya pencegahan terhadap resiko sakit akibat kerja

- Pengaturan waktu kerja dan istirahat yang seimbang
  Pengaturan waktu kerja dan istirahat yang seimbang, dalam arti disesuaikan dengan kondisi lingkungan kerja dan karakteristik pekerjaan, sehingga dapat mencegah paparan yang berlebihan terhadap sumber bahaya.
- Pengawasan yang intensif
  Melalui pengawasan yang intensif dapat dilakukan pencegahan secara lebih dini terhadap kumungkinan terjadinya resiko sakit akibat kerja.

  Sebagai gambaran, berikut ini diberikan contoh tindakan untuk mencegah/ mengatasi terjadinya keluhan otot skeletal pada berbagai kondisi/aktivitas seperti yang dijabarkan berikut ini.

  1. Aktivitas angkat-angkut material secara manual
     - Usahakan meminimalkan aktivitas angkat-angkut secara manual
     - Upayakan agar lantai kerja tidak licin
     - Upayakan menggunakan alat bantu kerja yang memadai seperti *crane*, kereta dorong, pengungkit, dsb.
     - Gunakan alas apabila harus mengangkat di atas kepala atau bahu
     - Upayakan agar beban angkat tidak melebihi kapasitas angkat pekerja
  2. Berat bahan dan alat
     - Upayakan untuk menggunakan bahan dan alat yang ringan
     - Upayakan menggunakan wadah/alat angkut dengan kapasitas < 50 kg.
  3. Alat tangan
     - Upayakan agar ukuran pegangan tangan sesuai dengan lingkar genggam pekerja dan karakteristik pekerjaan (pekerjaan berat atau ringan)
     - Pasang lapisan peredam getaran pada pegangan tangan
     - Upayakan pemeliharaan yang rutin sehingga alat selalu dalam kondisi layak pakai
     - Berikan pelatihan sehingga pekerja terampil dalam mengoperasikan alat

4. Melakukan pekerjaan pada ketinggian
    - Gunakan alat bantu kerja yang memadai seperti; tangga kerja dan *lift*.
    - Upayakan untuk mencegah terjadinya sikap kerja tidak alamiah dengan menyediakan alat-alat yang dapat disetel/disesuaikan dengan ukuran tubuh pekerja

9.5 Kepustakaan

Anis, J.F. & McConville. 1996. Anthropometry. Edited by Bharattacharya, A & McGlothlin, J.D. 1996. *Occupational Ergonomics Theory and Applications*. Marcel Dekker Inc. New York. 1-46.

Astrand, P.O. and Rodahl, K. 1977. Textbook of work physiology, 2th ed. McGraw-Hill Book Company. USA.

Bagchee, A and Bhattacharya, A. 1996. *Biomechanical Aspect of Body Movement*. Edited by Bhattacharya, A & Mc Glothlin, S.P. Occupational Ergonomics Theory and Applications. Marcel Dekker MC. New York. 77 -113

Betti'e, M.C., Bigos, L.D., Fisher, T.H. 1989. Isometric Lifting strenght as a Predictor of Industrial Back Pain Report. Spine 14 (8) : 851 - 856

Choffin, D.B. 1979 Localized Muscle Fasique, Definition and Measurement. Journal of Occupational Medecine. 15 = 346 - 354.

Corlett, E.N. 1992. *Static Muscle Loading and the Evaluation of Posture*. Edited by Wilson. J.R. & Corlett, E.N. 1992. Evaluation of Human Work a Practicel Ergonomics Methodology, Tailor & Francis. London: 542 - 570

Genaidy, A.M. 1996. Physical work capacity. Edited by Bharattacharya, A & McGlothlin, J.D. 1996. *Occupational Ergonomics Theory and Applications*. Marcel Dekker Inc. New York. 219-234.

Grandjean, E. 1993. Fitting the task to the man, 4th ed. Taylor & Francis Inc. London.

Hsiao, H. & Stanevich, R.L., 1996. Injuries and ergonomic aplications in construction. Edited by Bharattacharya, A & McGlothlin, J.D. 1996. *Occupational Ergonomics Theory and Applications*. Marcel Dekker Inc. New York. 545-568.

Manuaba, A. 2000. Ergonomi, kesehatan dan keselamatan kerja. Editor : Sritomo Wignyosoebroto dan Stefanus Eko Wiranto. 2000. Proceeding Seminar Nasional Ergonomi 2000. Guna Wijaya. Surabaya. 1-4.

Pheasant, S. 1991. Ergonomics, work and health. Macmillan Press Scientific & Medical. London.

Pulat, B.M. 1992. Fundamental of Industrial Ergonomics, Prentice Hall, Englewood Cliffs. New Jersey.

Rodahl, K. 1989. The physiology of work. Tailor & Francis. London, New York, Philadelphia.

Shipley, P. 1992. The analysis of organizations as a conceptual tool for ergonomics practitioners. Edited by Wilson, J.R. & Corlett, E.N. 1992. *Evaluation of Human Work a Practical Ergonomics Methodology*. Tailor & Francis. London, Washisngton DC. 779 - 797.

Snook, S.H. & Ciriello, V.M. 1991. The design of Manual Handling Tasks. Revised Tables of Maximum Acceptable Weight & Forces. Ergonomics 34 : 1197 - 1213.

Suma'mur, P.K. 1982. Ergonomi untuk produktivitas kerja. Yayasan Swabhawa Karya. Jakarta.

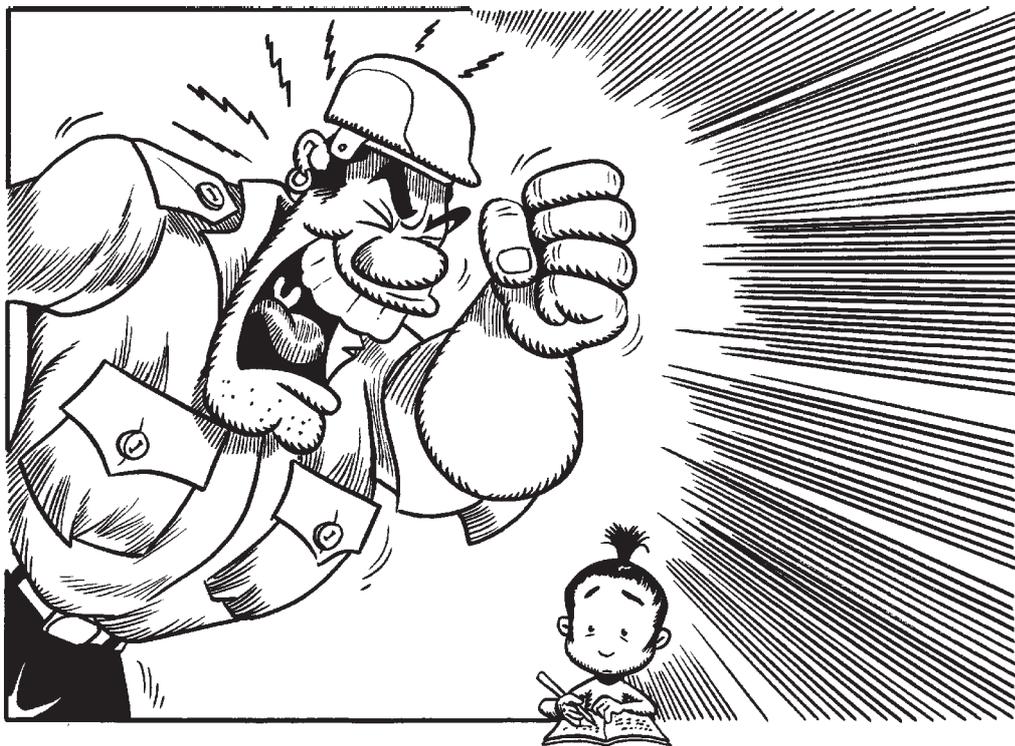
Sutjana, DP. dan Sutajaya, IM. 2000. Penuntun tugas lapangan mata kuliah Ergonomi-Fisiologi Kerja, Udayana. Denpasar.

Waters, T.S. & Putz-Anderson, V. 1996a. Manual materials handling. Edited by Bharattacharya, A & McGlothlin, J.D. 1996. *Occupational Ergonomics Theory and Applications*. Marcel Dekker Inc. New York. 329-350.

Waters, T.S. & Putz-Anderson, V. 1996b. Revise NIOSH lifting equation. Edited by Bharattacharya, A & McGlothlin, J.D. 1996. *Occupational Ergonomics Theory and Applications*. Marcel Dekker Inc. New York. 627-654.

Wilson, J.R. & Corllet, E.N. 1992. Evaluation of Human Work. A Practical Ergonomics Methodology. Taylor & Francis.

BAB 10

Produktivitas Kerja

11.1 Konsep Umum Produktivitas Kerja

Pada hakekatnya pembangunan yang sedang kita laksanakan adalah bertujuan untuk memanusiakan manusia, seperti halnya telah ditekankan dalam slogan ILO yaitu '*To make work more human*'. Manusia sebagai unsur utama pelaku pembangunan, harus merupakan titik sentral dari pembangunan itu sendiri. Dengan demikian, setiap kebolehan, kemampuan dan keterbatasan yang dimiliki haruslah selalu diperhitungkan untuk selanjutnya diberdayagunakan dalam setiap aktivitas pembangunan sehingga daripadanya diperoleh produktivitas yang setinggi-tingginya.

Produktivitas pada dasarnya merupakan sikap mental yang selalu mempunyai pandangan bahwa mutu kehidupan hari ini harus lebih baik dari hari kemarin, dan hari ini dikerjakan untuk kebaikan hari esok (Sodomo, 1991 dikutip dari DPNI). Pengertian lain dari produktivitas adalah suatu konsep universal yang menciptakan lebih banyak barang dan jasa bagi kebutuhan manusia, dengan menggunakan sumber daya yang serba terbatas. Untuk mencapai tingkat produktivitas yang optimal, maka perlu dilakukan melalui pendekatan multidisipliner yang melibatkan semua usaha, kecakapan, keahlian, modal, teknologi, manajeman, informasi dan sumber-sumber daya lain secara terpadu untuk melakukan perbaikan dalam upaya peningkatan kualitas hidup manusia.

Konsep umum dari produktivitas adalah suatu perbandingan antara keluaran (*output*) dan masukan (*input*) per satuan waktu. Produktivitas dapat dikatakan meningkat apabila: 1) jumlah produksi/keluaran meningkat dengan jumlah masukan/ sumber daya yang sama; 2) jumlah produksi/keluaran sama atau meningkat dengan jumlah masukan/sumber daya lebih kecil dan 3) produksi/ keluaran meningkat diperoleh dengan penambahan sumber daya yang relatif kecil (Soeripto, 1989; Chew, 1991 dan Pheasant, 1991).

Konsep tersebut tentunya dapat dipakai di dalam menghitung produktivitas di semua sektor kegiatan. Menurut Manuaba (1992a) peningkatan produktivitas dapat dicapai dengan menekan sekecil-kecilnya segala macam biaya termasuk dalam memanfaatkan sumber daya manusia (*do the right thing*) dan meningkatkan keluaran sebesar-besarnya (*do the thing right*). Dengan kata lain bahwa produktivitas merupakan pencerminan dari tingkat efisiensi dan efektifitas kerja secara total.

11.2 Pengukuran Produktivitas

Pengukuran produktivitas secara umum dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

1) **Produktivitas total**: adalah perbandingan antara total keluaran (*output*) dengan total masukan (*input*) per satuan waktu. Dalam penghitungan produktivitas total, semua faktor masukan (tenaga kerja, kapital, bahan, energi) terhadap total keluaran harus diperhitungkan.
2) **Produktivitas parsial**: adalah perbandingan dari keluaran dengan satu jenis masukan atau input per satuan waktu, seperti upah tenaga kerja, kapital, bahan, energi, beban kerja, dll.

Soedirman (1986) menghitung produktivitas parsial tenaga kerja dengan rumus sebagai tersebut berikut ini.

1) Produktivitas Tenaga Kerja $= \dfrac{\text{Keluaran}}{\text{Jenis Masukan} \times \text{Waktu}}$

* Sebelum perbaikan: Pk = K/M,
* Setelah perbaikan: P'k = K'/M'; dimana,

Pk : produktivitas tenaga kerja sebelum perbaikan
M : masukan per orang per satuan waktu
K : keluaran (rerata hasil kerja) per orang per satuan waktu
P'k : produktivitas tenaga kerja setelah perbaikan
M' : masukan per orang per satuan waktu setelah perbaikan (M+ Y), dimana Y biaya perbaikan
K' : keluaran (rerata hasil kerja) per orang per satuan waktu (K $\pm$ X), dimana X adalah kenaikan atau penurunan hasil kerja rerata per orang per satuan waktu

2) Rasio Produktivitas Tenaga Kerja (ρ)

$$\rho : \frac{\text{Produktivitas Tenaga Kerja Setelah Perbaikan (P'k)}}{\text{Produktivitas Tenaga Kerja Sebelum Perbaikan (Pk)}}$$

$$\rho : \frac{(K \pm X)/(M+Y)}{K/M} = (K \pm X/K) \times (M/M + Y)$$

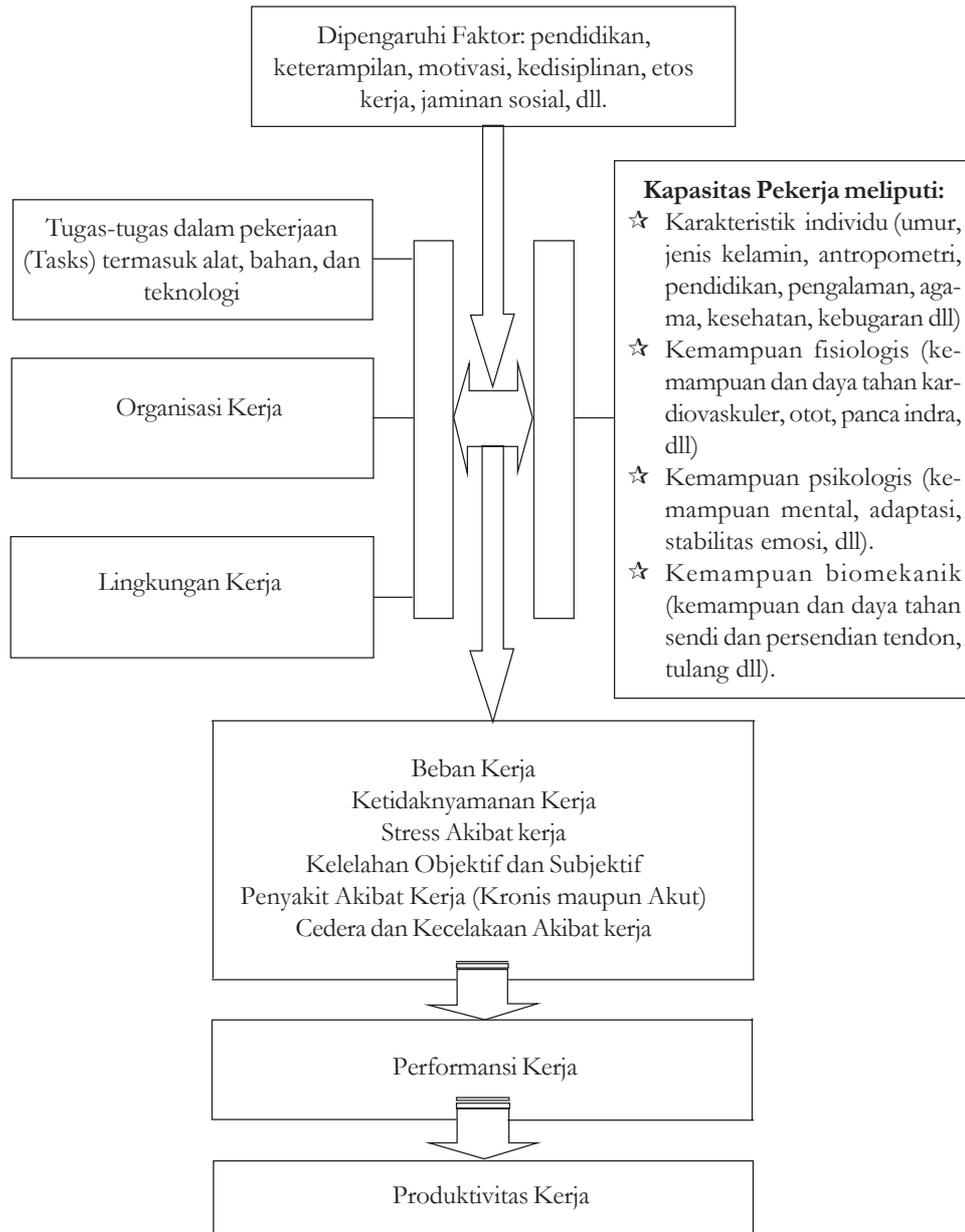
Produktivitas dikatakan meningkat apabila P'k > Pk, jika P'k = Pk maka produktivitas setelah perbaikan adalah sama dengan peroduktivitas sebelum perbaikan.

Dapat ditegaskan bahwa, dari sudut pandang ergonomi bahwa peningkatan produktivitas kerja adalah berbeda dari peningkatan produksi. Dalam prakteknya, peningkatan produksi belum tentu disertai dengan peningkatan produktivitas, demikian pula sebaliknya. Jadi tidak benar, jika ingin meningkakan produktivitas hanya dilakukan dengan menambah jumlah produksi dan mengabaikan faktor sumber dayanya.

11.3 Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Kerja

Banyak faktor yang dapat mempengaruhi tinggi rendahnya produktivitas kerja. Soedirman (1986) dan Tarwaka (1991) merinci faktor-faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas kerja secara umum.

1) **Motivasi.** Motivasi merupakan kekuatan atau motor pendorong kegiatan seseorang ke arah tujuan tertentu dan melibatkan segala kemampuan yang dimiliki untuk mencapainya.
2) **Kedisiplinan**. Disiplin merupakan sikap mental yang tercermin dalam perbuatan tingkah laku perorangan, kelompok atau masyarakat berupa kepatuhan atau ketaatan terhadap peraturan, ketentuan, etika, norma dan kaidah yang berlaku.
3) **Etos kerja**. Etos kerja merupakan salah satu faktor penentu produktivitas, karena etos kerja merupakan pandangan untuk menilai sejauh mana kita melakukan suatu pekerjaan dan terus berupaya untuk mencapai hasil yang terbaik dalam setiap pekerjaan yang kita lakukan.
4) **Keterampilan**. Faktor keterampilan baik keterampilan teknis maupun menejerial sangat menentukan tingkat pencapaian produktivitas. Dengan demikian setiap individu selalu dituntut untuk terampil dalam penguasaan ilmu pengetahuan dan tehnologi (IPTEK) terutama dalam perubahan teknologi mutakhir.
5) **Pendidikan.** Tingkat pendidikan harus selalu dikembangkan baik melalui jalur pendidikan formal maupun informal. Karena setiap penggunaan teknologi hanya akan dapat kita kuasai dengan pengetahuan, ketrampilan dan kemampuan yang handal.

Di samping faktor tersebut di atas, Manuaba (1992) mengemukakan bahwa faktor alat, cara dan lingkungan kerja sangat berpengaruh terhadap produktivitas. Untuk mendapatkan produktivitas yang tinggi, maka faktor tersebut harus betul-betul serasi terhadap kemampuan, kebolehan dan batasan manusia pekerja. Secara skematis alur pikir tentang faktor- faktor yang dapat mempengaruhi tinggi rendahnya produktivitas kerja dapat diilustrasikan seperti Gambar 11.1.

Gambar 11.1. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Produktivitas Kerja

11.4 Asas Manfaat

Di samping menghitung tingkat produktivitas kerja, kita juga harus mempertimbangkan asas manfaat yang diperoleh serta biaya yang dikeluarkan untuk perbaikan kondisi kerja. Dalam hal ini dapat dihitung *break-even point* atau titik pulang pokok, sehingga manfaat yang diperoleh dan biaya yang dikeluarkan untuk perbaikan dapat diperhitungkan secara pasti.

Menurut Pilcher (1975) *Break-even cost analysis* adalah membandingkan antara alternatif di mana biaya masing-masing alternatif di pengaruhi oleh variable tunggal. Sedangkan *break-even point* adalah suatu analisis di mana nilai variabel untuk nilai pada biaya masing-masing alternatif adalah sama. Untuk menganalisis suatu *break-even point* dapat dilakukan dengan cara:

1) Menghitung seluruh biaya perbaikan kondisi kerja;
2) Menghitung peningkatan atau selisih antara hasil kerja sebelum dan setelah perbaikan kondisi kerja;
3) *Break-even point* akan dicapai apabila antara biaya perbaikan kondisi kerja dan manfaat atau keuntungan yang diperoleh setelah perbaikan kondisi kerja tersebut adalah sama.

11.5 Kepustakaan

Chew, D.C.E. 1991. Productivity and Safety and Health. Dalam: Parmeggiani, L. ed. *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety*, Third (revised) edt. ILO. Geneva: 1796-1797.

Manuaba, A. 1992. Penerapan Ergonomi untuk Meningkatkan Kualitas Sumber Daya Manusia dan Produktivitas. Dalam: Seminar Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3). IPTN Bandung.

Pheasant, S. 1991. *Ergonomics, Work and Health*. MacMillan Academic and Professional Ltd. London.

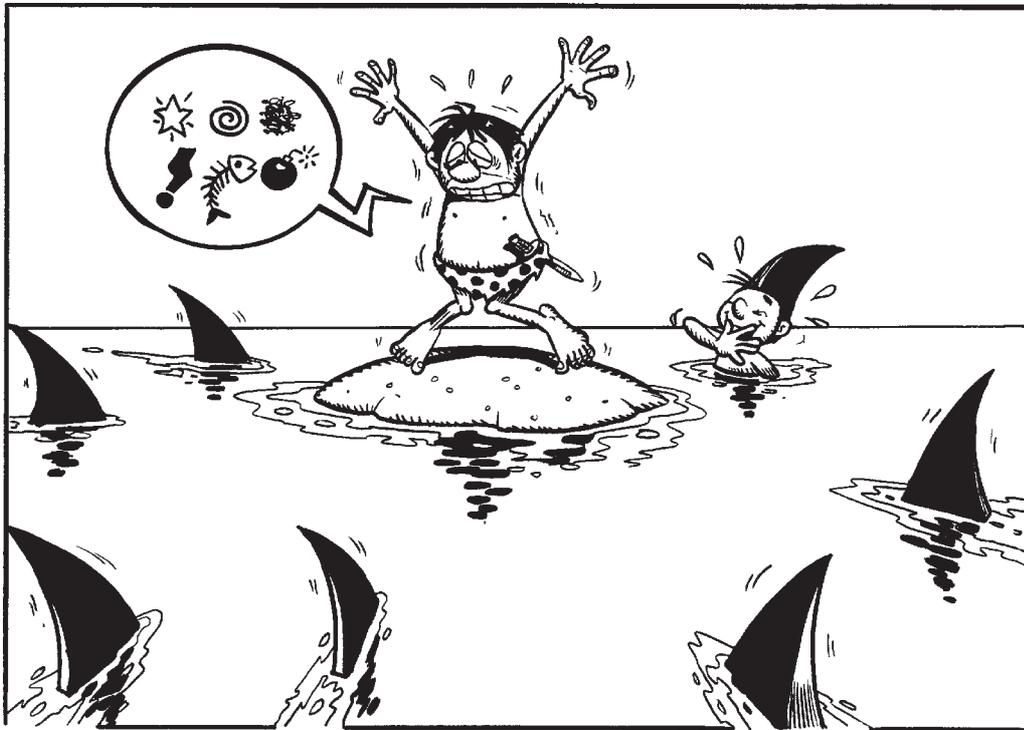
Sodomo 1991. Berbagai Pendekatan Peningkatan Kemampuan Sumber Daya Manusia dalam Pengamanan Investasi Di Indonesia. *Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja*. Jakarta: XXIV(1): 4-11.

Soedirman 1986. Uji Coba Intervensi Gizi Kerja dalam Rangka Peningkatan Ketahanan Fisik dan Produktivitas Tenaga Kerja. Departemen Tenaga Kerja RI. Jakarta.

Soeripto 1989. Ergonomi dan Produktivitas Kerja. *Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja*. Jakarta: XXI(4) dan XXII (1): 29-32

Tarwaka 1991. Produktivitas dan Pemanfaatan Sumber Daya Manusia. *Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja*. Jakarta: XXIV(2): 55-57.

BAB 11

Stress Akibat Kerja

Dalam era globalisasi dewasa ini, persaingan antara perusahaan baik di dalam maupun di luar negeri semakin ketat dan keras. Di samping itu juga terjadi perubahan-perubahan yang sangat cepat dan berbagai masalah perdagangan yang sangat komplek. Dewasa ini juga telah terjadi *trend* dan mempengaruhi peradaban kehidupan manusia seperti terjadinya perubahan dari masyarakat agraris menuju masyarakat industri. Selanjtutnya perubahan dari masrakat industri menuju masyarakat informasi, teknologi manual menjadi teknologi tinggi *(high tech and high touch)*, ekonomi nasional selalu dipengaruhi perubahan ekonomi dunia dll. Keadaan tersebut memaksa jutaan manusia harus berbenturan secara tiba-tiba dengan kejutan-kejutan masa depan *(future shock)* yang sebetulnya belum siap untuk menghadapinya. Kondisi tersebut ternyata banyak menimbulkan terjadinya stress pada masyarakat.

10.1 Pengertian.

Terdapat beberapa pengertian tentang stress yang dapat dimaknai dari beberapa sudut pandang keilmuan. Levi (1991) mendefinisikan stress sebagai berikut:

a. Dalam bahasa teknik. Stress dapat diartikan sebagai kekuatan dari bagian - bagian tubuh.
b. Dalam bahasa biologi dan kedokteran. Stress dapat diartikan sebagai proses tubuh untuk beradaptasi terhadap pengaruh luar dan perubahan lingkungan terhadap tubuh.
c. Secara umum. Stress dapat diartikan sebagai tekanan psikologis yang dapat menimbulkan penyakit baik fisik maupun penyakit jiwa.

Secara lebih tegas Manuaba (1998) memberikan definisi sebagai berikut: stress adalah segala rangsangan atau aksi dari tubuh manusia baik yang berasal dari luar maupun dari dalam tubuh itu sendiri yang dapat menimbulkan bermacam-macam dampak yang merugikan mulai dari menurunnya kesehatan sampai kepada dideritanya suatu penyakit. Dalam kaitanya dengan pekerjaan, semua dampak

dari stress tersebut akan menjurus kepada menurunnya performansi, efisiensi dan produktivitas kerja yang bersangkutan.

Heerdjan (1990) menguraikan bahwa stress dapat digambarkan sebagai suatu kekuatan yang dihayati mendesak atau mencekam dan muncul dalam diri seseorang sebagai akibat ia mengalami kesulitan dalam menyesuaikan diri. Selanjutnya Mendelson (1990) mendefinisikan stress akibat kerja secara lebih sederhana, di mana stress merupakan suatu ketidak mampuan pekerja untuk menghadapi tuntutan tugas dengan akibat suatu ketidaknyamanan dalam kerja. Sedangkan respon stress merupakan suatu total emosional individu dan atau merupakan respon fisiologis terhadap kejadian yang diterimanya. Dari beberapa pengertian tersebut maka dapat digaris bawahi bahwa stress muncul akibat adanya berbagai *stressor* yang diterima oleh tubuh, yang selanjutnya tubuh memberikan reaksi *(strain)* dalam beranekaragam tampilan.

Dari uraian tersebut dapat ditegaskan bahwa stress secara umum merupakan tekanan psikologis yang dapat menyebabkan berbagai bentuk penyakit baik penyakit secara fisik maupun mental (kejiwaan). Dan secara konsep stress dapat didefinisikan menurut variable kajian:

1) **Stress sebagai stimulus**. Stress sebagai variable bebas *(independent variable)* menitikberatkan pada lingkungan sekitarnya sebagai stressor. Sebagai contoh: petugas *air traffics control* merasa lingkungan pekerjaanya penuh resiko tinggi, sehingga mereka sering mengalami stress akibat lingkungan pekerjaanya tersebut.
2) **Stress sebagai respon**. Stress sebagai variable tergantung (*dependent variable*) memfokuskan pada reaksi tubuh terhadap *stressor*. Sebagai contoh: seseorang mengalami stress apabila akan menjalani ujian berat. Respon tubuh *(strain)* yang dialami dapat berupa respon psikologis (perilaku, pola pikir, emosi dan perasaan stress itu sendiri) dan respon fisiologis (jantung berdebar, perut mulas-mulas, badan berkeringat dll).
3) **Stress sebagai interaksi antara individu dan lingkungannya**. Stress di sini merupakan suatu proses penghubung antara *stressor* dan *strain* dengan reaksi stress yang berbeda pada *stressor* yang sama.

10.2 Faktor Penyebab Terjadinya Stress.

Untuk dapat mengetahui secara pasti, faktor apa saja yang dapat menyebabkan terjadinya stress sangatlah sulit, oleh karena sangat tergantung dengan sifat dan kepribadian seseorang. Suatu keadaan yang dapat menimbulkan stress pada seseorang tetapi belum tentu akan menimbulkan hal yang sama terhadap orang lain. Menurut Patton (1998) bahwa perbedaan reaksi antara individu tersebut sering disebabkan karena faktor psikologis dan sosial yang dapat merubah dampak *stressor* bagi individu. Faktor-faktor tersebut antara lain:

1) Kondisi individu seperti umur, jenis kelamin, temperamental, genetic, intelegensia, pendidikan, kebudayaan dll.

2) Ciri kepribadian seperti *introvert* atau *ekstrovert*, tingkat emosional, kepasrahan, kepercayaan diri dll.
3) Sosial-kognitif seperti dukungan sosial, hubungan sosial dengan lingkungan sekitarnya.
4) Strategi untuk menghadapi setiap stress yang muncul.

Kaitannya dengan tugas-tugas dan pekerjaan di tempat kerja, faktor yang menjadi penyebab stress kemungkinan besar lebih spesifik. Clark (1995) dan Wantoro (1999) mengelompokkan penyebab stress (*stressor*) di tempat kerja menjadi tiga kategori yaitu *stressor* fisik, psikofisik dan psikologis. Selanjutnya Cartwright *et. al*. (1995) mencoba memilah-milah penyebab stress akibat kerja menjadi 6 kelompok penyebab yaitu:

1) Faktor intrinsik pekerjaan. Ada beberapa faktor intrinsik dalam pekerjaan di mana sangat potensial menjadi penyebab terjadinya stress dan dapat mengakibatkan keadaan yang buruk pada mental. Faktor tersebut meliputi keadaan fisik lingkungan kerja yang tidak nyaman (bising , berdebu, bau, suhu panas dan lembab dll), stasiun kerja yang tidak ergonomis, kerja shift, jam kerja yang panjang, perjalanan ke dan dari tempat kerja yang semakin macet, pekerjaan beresiko tinggi dan berbahaya, pemakaian tehnologi baru, pembebanan berlebih, adaptasi pada jenis pekerjaan baru dll.

2) Faktor peran individu dalam organisasi kerja. Beban tugas yang bersifat mental dan tanggung jawab dari suatu pekerjaan lebih memberikan stress yang tinggi dibandingkan dengan beban kerja fisik. Karasek *et al* (1988) dalam suatu penelitian tentang stress akibat kerja menemukan bahwa karyawan yang mempunyai beban psikologis lebih tinggi dan ditambah dengan keterbatasan wewenang untuk mengambil keputusan mempunyai resiko terkena penyakit jantung koroner dan tekanan darah yang lebih tinggi serta mempunyai kecenderungan merokok yang lebih banyak dari karyawan yang lain.

3) Faktor hubungan kerja. Hubungan baik antara karyawan di tempat kerja adalah faktor yang potensial sebagai penyebab terjadinya stress. Kecurigaan antara pekerja, kurangnya komunikasi, ketidak nyamanan dalam melakukan pekerjaan merupakan tanda-tanda adanya stress akibat kerja (Cooper & Payne, 1988). Tuntutan tugas yang mengharuskan seorang tenaga kerja berkerja dalam tempat terisolasi, sehingga tidak dapat berkomunikasi dengan pekerja lain (seperti; operator telepon, penjaga mercu suar, dll) juga merupakan pembangkit terjadinya stress.

4) Faktor pengembangan karier. Perasaan tidak aman dalam pekerjaan, posisi dan pengembangan karier mempunyai dampak cukup penting sebagai penyebab terjadinya stress. Menurut Wantoro (1999) faktor pengembangan karier yang dapat menjadi pemicu stress adalah a) ketidakpastian pekerjaan seperti adanya reorganisasi perusahaan dan mutasi kerja dll. b) promosi berlebihan atau kurang: promosi yang terlalu cepat atau tidak sesuai dengan kemampuan

individu akan menyebabkan stress bagi yang bersangkutan atau sebaliknya bahwa seseorang merasa tidak pernah dipromosikan sesuai dengan kemampuannya juga menjadi penyebab stress.

5) **Faktor struktur organisasi dan suasana kerja.** Penyebab stress yang berhubungan dengan struktur organisasi dan suasana kerja biasanya berawal dari budaya organisasi dan model manajemen yang dipergunakan. Beberapa faktor penyebabnya antara lain, kurangnya pendekatan partisipatoris, konsultasi yang tidak efektif, kurangnya komunikasi dan kebijaksanaan kantor. Selain itu seringkali pemilihan dan penempatan karyawan pada posisi yang tidak tepat juga dapat menyebabkan stress.

6) **Faktor di luar pekerjaan.** Faktor kepribadian seseorang (*ekstrovert* atau *introvert*) sangat berpengaruh terhadap *stressor* yang diterima. Konflik yang diterima oleh dua orang dapat mengakibatkan reaksi yang berbeda satu sama lain. Perselisihan antar anggota keluarga, lingkungan tetangga dan komunitas juga merupakan faktor penyebab timbulnya stress yang kemungkinan besar masih akan terbawa dalam lingkungan kerja.

Selain faktor-faktor tersebut tentunya masih banyak faktor penyebab terjadinya stress akibat kerja. Faktor-faktor lain yang kemungkinan besar dapat menyebabkan stress akibat kerja antara lain:

a) **Ancaman pemutusan hubungan kerja**. Faktor ini sering kali menghantui para karyawan di perusahaan dengan berbagai alasan dan penyebab yang tidak pasti. Salah satu contoh kasus pengeboman hebat yang terjadi pada tanggal 12 Oktober 2002 di Legian Kuta Bali merupakan kasus yang memberikan dampak negatif di bidang ketenagakerjaan di samping dampak-dampak kemanusian, sosial dan ekonomi. Khusus pada bidang ketenagakerjaan, ribuan karyawan sektor pariwisata terancam pemutusan hubungan kerja akibat menurunnya turis yang datang ke Bali. Kondisi demikian sudah barang tentu menimbulkan keresahan bagi karyawan dan berakibat kepada timbulnya stress.

b) **Perubahan politik nasional.** Perubahan politik secara cepat berakibat kepada pergantian pemimpin secara cepat pula, diikuti dengan pergantian kebijaksanaan pemerintah yang seringkali menimbulkan pro dan kontra dikalangan masyarakat. Kondisi demikian tidak jarang menimbulkan kegelisahan para pegawai, akibatnya motivasi kerja menurun, angka absensi meningkat, mogok kerja dll. Keadaan tersebut juga merupakan bentuk dari adanya stress.

c) **Krisis ekonomi nasional.** Krisis ekonomi yang berkepanjangan, seperti yang terjadi di Indonesia menyebabkan banyak perusahan melakukan efisiensi dalam bentuk perampingan organisasi. Akibatnya ribuan karyawan terancam berhenti kerja atau pensiun muda dan pencari kerja kehilangan lowongan pekerjaan. Stress dan depresi menjadi bahasa popular pada kalangan masyarakat pekerja maupun pencari kerja

Faktor-faktor tersebut harus selalu diidentifikasi dan dinilai untuk mengetahui faktor dominan penyebab stress di tempat kerja. Melalui identifikasi dan penilaian yang cermat akan dapat segera dilakukan langkah-langkah pengendalian untuk meminimalkan pengaruh stress yang lebih parah baik bagi kepentingan organisasi maupun kepentingan individu karyawan.

10.3 Pengaruh Stress

Telah dijelaskan bahwa reaksi tubuh terhadap *stressor* pada seseorang sangat bervariasi dan berbeda dari masing-masing orang yang menerimanya. Perbedaan reaksi tersebut disebabkan oleh beberapa faktor antara lain faktor psikologis dan faktor sosial-budaya seseorang. Mathews (1989) menjelaskan secara spesifik tentang reaksi stress akibat kerja yaitu:

1) **Reaksi Psikologis**. Stress biasanya merupakan perasaan subjektif seseorang sebagai bentuk kelelahan, kegelisahan (*anxiety*) dan depresi. Reaksi psikologis kepada stress dapat dievaluasi dalam bentuk beban mental, kelelahan dan perilaku (*arousal*).
2) **Respon sosial**. Setelah beberapa lama mengalami kegelisahan, depresi, konflik dan stress di tempat kerja, maka pengaruhnya akan dibawa ke dalam lingkungan keluarga dan lingkungan sosial.
3) **Respon stress kepada gangguan kesehatan atau reaksi fisiologis.** Bila tubuh mengalami stress, maka akan terjadi perubahan fisiologis sebagai jawaban atas terjadinya stress. Adapaun sistem di dalam tubuh yang mengadakan respon adalah diperantarai oleh saraf otonom, *hypothalamic-pituitari axis* dan pengeluaran katekolamin yang akan mempengaruhi fungsi-fungsi organ di dalam tubuh seperti sistem kardiovaskuler, sistem gastro intestinal dan gangguan penyakit lainnya (Wantoro, 1999).
4) **Respon Individu.** Pengaruhnya sangat tergantung dari sifat dan kepribadian seseorang.. Dalam menghadapi stress, individu dengan kepribadian *introvert* akan bereaksi lebih negatif dan menderita ketegangan lebih besar dibandingkan dengan mereka yang berkepribadian *ekstrovert*. Seseorang dengan kepribadian fleksibel atau luwes akan mengalami ketegangan yang lebih besar dalam suatu konflik, dibandingkan dengan mereka yang berkepribadian rigid.

Sedangkan pengaruh stress di tempat kerja menurut model Cartwright *et all* (1995) dikutip dari Cooper dan Marrshall (1978) dan Levi (1991) reaksi stress di kelompokkan menjadi dua yaitu pengaruhnya kepada individu dan organisasi kerja.

1) Pengaruhnya terhadap individu seseorang

a) Reaksi emosional. Dalam keadaan stress tingkat emosi seseorang sangat tidak stabil di mana sering kita lihat orang tersebut mudah marah, emosi yang tidak terkontrol, curiga yang berlebihan, perasaan tidak aman dll (Mendelson, 1990).

b) *Reaksi perubahan kebiasaan.* Dalam keadaan stress atau tertekan seseorang dengan tanpa sadar mencari pelarian dari permasalahan yang diterima yang terkadang mempengaruhi kebiasaan seseorang. Sebagai contoh perubahan kebisaan untuk merokok, minum-minuman keras dan pengunaan obat-obat terlarang.

c) *Perubahan fisiologis.* Dalam keadaan stress otot-otot kepala dan leher menjadi tegang yang menyebabkan sakit kepala, susah tidur (*insomnia*), gangguan fisiologis lainnya dapat berupa hipertensi, sakit ginjal, serangan jantung, maag, menurunnya daya tahan tubuh dll.

2) Pengaruhnya terhadap Organisasi.

Akibat stress pada organisasi kerja akan memberikan pengaruh yang kurang baik. Pengaruhnya dapat berupa tingginya angka tidak masuk kerja, *turnover*, hubungan kerja menjadi tegang dan rendahnya kualitas pekerjaan dll.

Apapun bentuk reaksi tubuh terhadap *stressor* yang diterimanya akan menimbulkan dampak negatif berupa stress yang dapat merugikan. Dan secara pasti bahwa hampir semua orang telah mengalami stress dalam kehidupannya. Hal terpenting adalah bagaimana kita dapat mengenali, mencegah, mengelola dan mengendalikan stress agar kita tetap dapat berpenampilan dan berprestasi dengan baik dalam setiap aktivitas yang kita lakukan.

10.4 Pencegahan dan Pengendalian Stress Akibat Kerja

Berbagai faktor penyebab terjadinya stress merupakan bagian terintegrasi dalam kehidupan manusia yang tidak dapat dihilangkan begitu saja. Faktor penyebab terjadinya stress tersebut sangatlah komplek dan bervariasi serta sangat sulit untuk diidentifikasi secara pasti apa yang menjadi penyebab stress *sesungguhnya*. Sehingga sering kita temui bahwa seseorang yang terkena stress biasanya tidak menyadari terhadap apa yang sedang dialaminya.

Sauter, *et a.l* (1990) dikutip dari *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) memberikan rekomendasi tentang bagaimana cara untuk mengurangi atau meminimalisasi stress akibat kerja sebagai berikut:

1) Beban kerja baik fisik maupun mental harus disesuaikan dengan kemampuan atau kapasitas kerja pekerja yanag bersangkutan dengan menghindarkan adanya beban berlebih maupun beban yang terlalau ringan.
2) Jam kerja harus disesuaikan baik terhadap tuntutan tugas maupun tanggung jawab di luar pekerjaan.
3) Setiap pekerja harus diberikan kesempatan untuk mengembangkan karier, mendapatkan promosi dan pengembangan kemampuan keahlian.
4) Membentuk lingkungan sosial yang sehat, hubungan antara tenaga kerja yang satu dengan yang lain, tenaga kerja-supervisor yang baik dan sehat dalam organisasi akan membuat situasi yang nyaman.

5) Tugas-tugas pekerjaan harus didesain untuk dapat menyediakan stimulasi dan kesempatan agar pekerja dapat menggunakan keterampilannya. Rotasi tugas dapat dilakukan untuk meningkatkan karier dan pengembangan usaha.

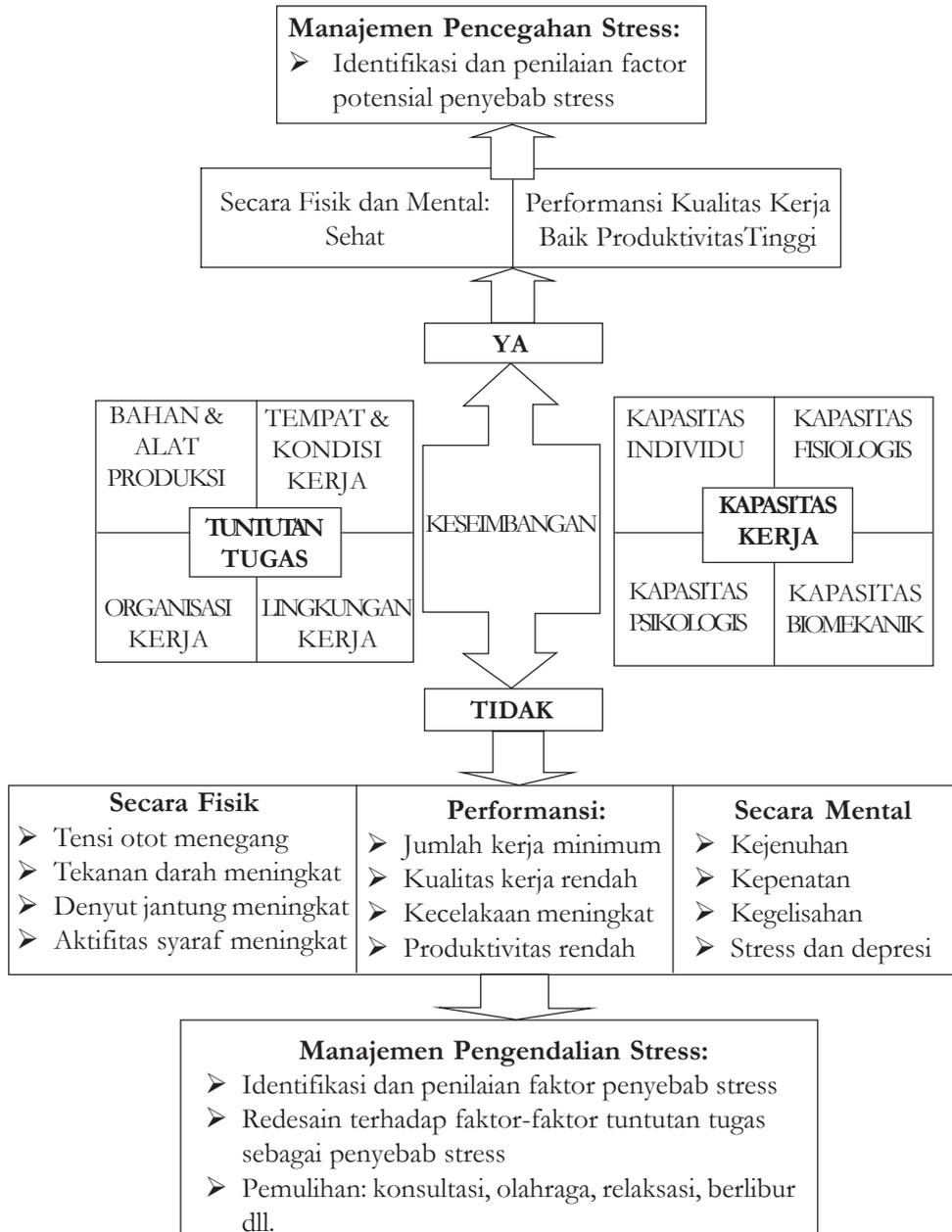
Di lain pihak Cartwright *et al* (1995) dikutip dari Elkin dan Rosch (1990) juga memberikan cara-cara untuk mengurangi stress akibat kerja secara lebih spesifik yaitu:

- Redesain tugas-tugas pekerjaan
- Redesain lingkungan kerja
- Menerapkan waktu kerja yang fleksibel
- Menerapkan manajemen partisipatoris
- Melibatkan karyawan dalam pengembangan karier
- Menganalisis peraturan kerja dan menetapkan tujuan (*goals*)
- Mendukung aktivitas sosial
- Membangun tim kerja yang kompak
- Menetapkan kebijakan ketenagakerjaan yang adil

Selain cara-cara tersebut di atas, tentunya masih banyak strategi lain yang dapat dikembangkan untuk meminimalisasi terjadinya stress, khususnya stress yang menyangkut pekerjaan. Namun demikian secara ringkas langkah-langkah yang harus dilakukan untuk mengurangi terjadinya stress adalah sebagai berikut;

1) Menghilangkan faktor penyebab stress, khususnya yang berasal dari tasks, organisasi kerja dan lingkungan kerja.
2) Memposisikan pekerja pada posisi yang seharusnya (*The right man on the right place*).
3) Mengembangkan struktur organisasi sesuai dengan kultur dan tradisi masyarakat pekerjanya.
4) Menjamin perasaan aman setiap pekerja.

Selanjutnya untuk dapat lebih memahami hubungan antara tuntutan tugas sebagai penyebab terjadinya stress (*stressor*), kapasitas kerja dan akibat yang ditimbulkan (*strain*) dapat diilustrasikan seperti pada gambar 10.1.

Dari uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa stress akibat kerja dapat terjadi kapan saja dalam lingkungan organisasi kerja dan dapat menimpa siapa saja dengan berbagai resiko dari stress yang paling sederhana seperti kejenuhan dan kepenatan sampai terjadinya gangguan kesehatan secara fisik dan mental. Selanjutnya tulisan ini diharapkan dapat memberikan gambaran kepada kita tentang apa yang dimaksud dengan stress khususnya stress yang timbul akibat pekerjaan, penyebab stress yang ada di tempat kerja dan bagaimana strategi pencegahan stress dalam upaya meningkatkan kualitas hidup tenaga kerja, meningkatkan produktivitas perusahaan serta meningkatkan kesejahteraan tenaga kerja.

Gambar 10.1. Hubungan antara Tuntutan Tugas sebagai Penyebab Stress, Kapasitas Kerja dan Akibatnya serta Manajemen Pengendalian Stress.

10.5 Kepustakaan

Clark, D.R. 1996. Workstation Evaluation and Design. Dalam: Battacharya, A. & McGlothlin, J.D. eds. *Occupational Ergonomic*. Marcel Dekker Inc. USA: 279-302.

Cartwright, S., Cooper, C.L., and Murphy, L.R. 1995. Diagnosing a Healhty Organisation A Protective Approach to Stress in The Workplace. *American Psychological Assosiation*. Wasington. 15: 217-229.

Cooper, C.L., and Payne, R., 1988. *Causes, Coping and Consequences of Stress at Work*. New York, Wiley.

Heerdjan, S. 1990. Stress Sebagai Penghambat Produktivitas kerja. *Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja*. Jakarta. Vol XXIII (3):32-38.

Karasek, R.A., Theorell, T., dan Schwartz, J.E. 1988. Job Characteritics in Relation to The Prevalence of Myocardinal Infaration in The U.S. Health Examination Survey. *American Journal of Public Health*, 78: 682-684.

Levi, L. (1991) Stress. Dalam: Parmeggiani, L. Edt.. *Encyclopedia of Occcupational Health and Safety*. ILO.Geneva.

Mendelson, G., 1990. Occupational Stress. Dalam: *Journal of Occupational Health and Safety*. Aust NZ, 6(3):175-180.

Manuaba, 1998. Stress and Strain. Dalam: Bunga Rampai Ergonomi Vol I. Program Studi Ergonomi-Fisiologi Kerja Universitas Udayana Denpasar.

Mathew, J., 1989. Stress and Burnout. Dalam: *Health and Safety at Work*. Australia Trade Union Safety Representatives Handbooks. New South Wales. Australia. 16: 408-415.

Patton, P., 1998. *Emotional Intelegence di Tempat Kerja*. ed. Julia Tahitoe. Jakarta.

Sauter, S.L., Murphy, L.R. and Hurrell, J.J., 1990. A National Strategy for The Prevention of Work-Related Psychological Disorders. *American Psychologist*. 45:146-1158.

Wantoro, B. 1999. Stress Kerja. *Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja*. Jakarta. Vol XXXII (3): 3-9.

BAGIAN III

Setelah pada bagian pertama dan kedua, dibahas mengenai kajian ergonomi secara teoritis, maka pada bagian ketiga dari buku kajian ergonomi ini, akan difokuskan pada hasil penelitian ergonomi di lapangan. Pada bagian ini, dibahas 3 (tiga) studi ergonomi dengan menggunakan rancangan penelitian eksperimental atau penelitian percobaan melalui perbaikan sarana kerja yang ergonomis. Pada penelitian eksperimental pertama, dibahas mengenai pengaruh perbaikan stasiun kerja dan sikap kerja terhadap penurunan beban kerja dan keluhan subjektif serta peningkatan produktivitas kerja pada penyetrika di *laundry*. Pada penelitian kedua, dibahas mengenai pengaruh penurunan landasan molen dan pemberian peneduh terhadap tingkat produktivitas kerja pada pengadukan spesi beton secara tradisional. Sedangkan pada penelitian ketiga, dibahas mengenai penelitian ergonomi yang lebih spesifik yaitu pengaruh perbaikan sarana kamar mandi terhadap kenyamanan lansia di pusat kegiatan lansia'Aisyiah Surakarta'. Laporan hasil penelitian ergonomi ini, dimaksudkan untuk memberikan gambaran bahwa setiap perbaikan ergonomi yang didasarkan pada manusia pemakainya akan dapat memberikan manfaat baik kepada individu maupun kepada unit organisasinya.

BAB 12

Stasiun Kerja dan Sikap Kerja Duduk Berdiri Bergantian Meningkatkan Produktivitas Kerja Penyetrika di Laundry

12.1 Latar Belakang

Di perkotaan, industri rumah tangga *laundry* berkembang sangat pesat. Hal tersebut disebabkan karena tingkat kesibukan warga kota yang sangat tinggi. Khususnya di Bali, perkembangan industri ini juga disebabkan karena industri pariwisata. Banyak di antara hotel dan *restaurant* yang tidak mempunyai *laundry* sendiri melimpahkan pekerjaan tersebut ke industri-industri kecil yang mengelola *laundry*. Hal tersebut sangat baik, khususnya untuk pemerataan lapangan kerja. Tenaga kerja pada industri rumah tangga *laundry* sebagian besar adalah wanita. Hal tersebut dapat dimengerti, karena pemilik *laundry* biasanya membayar upah tenaga kerja wanita lebih rendah dari laki-laki, padahal secara kualitas hasil kerja mereka lebih baik. Dari survei pendahuluan, proses kerja menyetrika merupakan pekerjaan yang paling melelahkan di antara proses kerja lainnya. Hal tersebut disebabkan antara lain karena penyetrika bekerja dengan sikap statis, sarana kerja tidak sesuai dengan antropometri pemakainya, dan suhu lingkungan cukup panas. Di samping itu pekerjaan menyetrika merupakan jenis pekerjaan yang bersifat monotoni, sehingga lebih sesuai dikerjakan oleh wanita (Grandjean, 1993).

Pekerjaan menyetrika memerlukan pengerahan tenaga dengan sedikit penekanan. Pekerjaan tersebut sebagian besar dilakukan dengan tangan dan tidak memerlukan mobilitas yang tinggi serta area jangkauan tidak terlalu luas. Idealnya pekerjaan menyetrika dapat dilakukan baik dengan sikap duduk, berdiri maupun duduk-berdiri bergantian untuk menghindarkan kerja otot statis. Desain stasiun

kerja dan pola sikap kerja yang sesuai untuk pekerjaan menyetrika sampai saat ini belum diteliti. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk membantu memecahkan masalah-masalah ergonomi yang ada di industri rumah tangga *laundry*, khususnya pada proses kerja menyetrika. Selanjutnya masalah yang akan diteliti dapat dirumuskan sebagai berikut: "apakah perbaikan stasiun kerja dan sikap kerja duduk-berdiri bergantian menurunkan beban kerja dan keluhan subjektif serta dapat meningkatkan produktivitas kerja penyetrika wanita ?".

12.2 Tujuan Penelitian

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbaikan stasiun kerja dan sikap kerja penyetrika di industri rumah tangga *laundry* terhadap beban kerja, keluhan subjetif dan produktivitas kerja.

12.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai tersebut berikut ini.

1) Dapat memberikan sumbangan ilmiah bagi pengembangan penelitian lain di kemudian hari
2) Diperoleh desain stasiun kerja dan sikap kerja yang sesuai untuk pekerjaan menyetrika dalam upaya meningkatkan produktivitas kerja dan
3) Dapat memberikan informasi kepada para pengelola industri rumah tangga *laundry* dan tenaga kerja untuk dapat menerapkan cara-cara ini.

12.4 Metode Penelitian

Rancangan penelitian adalah sama subjek (*Treatment by Subjects Design*) dengan pola *Pre-post test control group design*. Dalam penelitian ini menggunakan satu kelompok kontrol dan dua kelompok perlakuan. Pada kelompok kontrol (P_0) subjek bekerja dengan cara lama, yaitu menyetrika menggunakan lantai sebagai landasan kerja dengan sikap kerja duduk di lantai. Kelompok perlakuan 1 (P_1) subjek bekerja menyetrika dengan perlakuan intervensi penggunaan stasiun kerja berupa meja setrika sesuai antropometri penyetrika, sehingga sikap kerja menjadi berdiri. Sedangkan kelompok perlakuan 2 (P_2) subjek bekerja menyetrika dengan perlakuan intervensi penggunaan stasiun kerja berupa meja dan kursi sadel sesuai antropometri penyetrika, sehingga sikap kerja menjadi duduk-berdiri bergantian. *Washing Out* dari masing-masing perlakuan diberikan selama 2 hari. Besar sampel untuk penelitian intervensi (*trial*) dihitung berdasarkan rumus Colton (1974). Dari hasil perhitungan didapatkan jumlah sampel sebesar 8 orang subjek untuk 3 perlakuan. Teknik penentuan sampel adalah acak sederhana (*simple random sampling*) dengan menggunakan tabel bilangan random.

12.5 Langkah Redesain Stasiun Kerja dan Sikap Kerja

Langkah I. Identifikasi masalah-masalah ergonomi

Dari hasil identifikasi di beberapa perusahaan *laundry* ditemukan masalah-masalah yang dihadapi para penyetrika sebagai berikut:

1) Stasiun kerja (meja-kursi setrika) banyak yang tidak sesuai dengan dimensi ukuran tubuh penyetrika. Hal tersebut ternyata menyebabkan sikap paksa.
2) Pekerjaan menyetrika memerlukan pengerahan tenaga untuk memberikan penekanan dengan setrika. Berat setrika listrik yang digunakan adalah (0,6 kg.
3) Ditemukan tiga pola sikap kerja yang tidak alamiah yaitu:
    a) sikap kerja duduk bersila di lantai (gambar 12.1). Berdasarkan survei pendahuluan dengan menggunakan kuesioner *Nordic Body Map*, ternyata menyetrika dengan sikap duduk bersila di lantai menyebabkan kenyerian pada anggota tubuh bagian bawah, seperti paha, lutut, betis dll.

Gambar 12.1 Sikap Kerja Duduk Bersila di Lantai

    b) sikap kerja duduk di kursi dan menggunakan meja sebagai landasan kerja dengan ketinggian landasan yang tidak tepat. Kondisi demikian dapat menyebabkan sikap paksa seperti; mengangkat bahu terlalu tinggi (gambar 12.2). Carrasco (1996) menjelaskan bahwa posisi kerja duduk terus-menerus dalam waktu yang lama mengakibatkan keluhan berupa pegal-pegal dan nyeri di daerah leher, bahu, tulang belakang, pantat dan perut.

Gambar 12.2 Sikap Kerja Duduk di Kursi

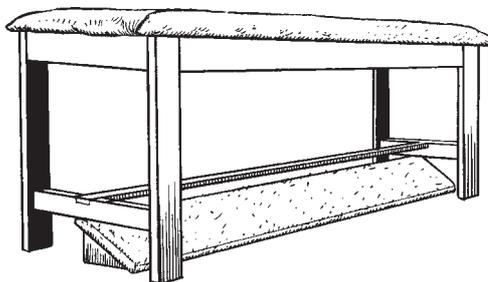
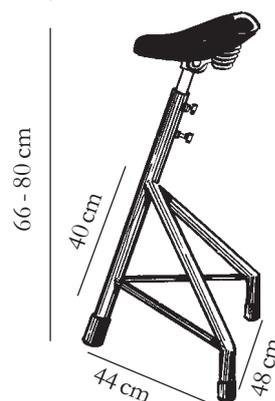
c) sikap kerja berdiri menggunakan meja sebagai landasan kerja dengan ketinggian landasan yang tidak tepat yang menyebabkan sikap paksa (gambar 12.3). Menurut Grandjean (1993) jika landasan kerja terlalu tinggi, maka pekerja akan mengangkat bahu untuk menyesuaikan dengan ketinggian landasan kerja sehingga menyebabkan sakit pada bahu dan leher.

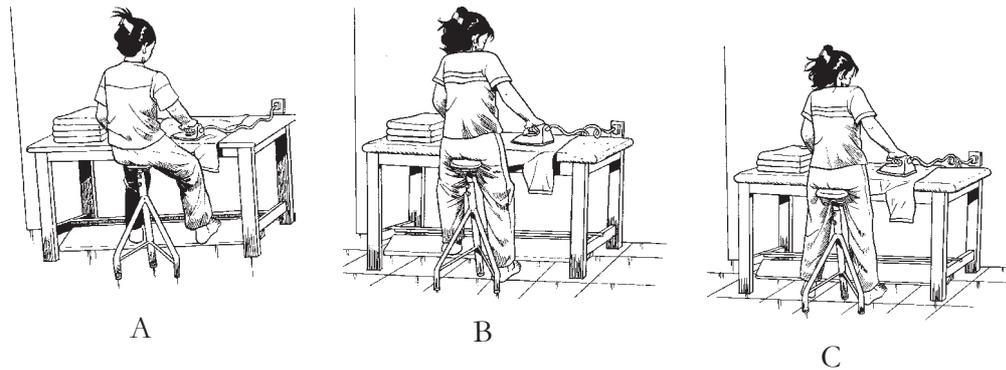
Gambar 12.3 Sikap Kerja Berdiri dengan meja yang tidak Antropometris

Sebaliknya bila landasan terlalu rendah maka tulang belakang akan membungkuk sehingga menyebabkan kenyerian pada bagian belakang (*backache*).

4) ke tiga sikap kerja tersebut di atas merupakan sikap kerja statis. Menurut Astrand & Rodahl (1977), bahwa kerja statis menyebabkan sensasi ketidaknyamanan, kelelahan dan kenyerian pada anggota tubuh tertentu.

Langkah II. Redesain stasiun kerja ergonomis

1) Redesain stasiun kerja dan sikap kerja berdiri adalah tempat bekerja menyetrika dengan menggunakan meja setrika yang didesain sesuai antropometri penyetrika sebagai landasan menyetrika (gambar 12.4) sehingga sikap tubuh saat menyetrika menjadi berdiri alamiah. Ukuran meja yang disesuaikan dengan antropometri penyetrika adalah tinggi meja: 73-87 cm; lebar meja: 42 cm; panjang meja: 140-155 cm; tinggi injakan kaki meja: 10-15 cm.

Gambar 12.4 Meja Kerja Sesuai Antropometri Pekerja

Gambar 12.5 Kursi sadel menggunakan tiga kaki

2) Redesain stasiun kerja dan sikap kerja duduk-berdiri bergantian adalah tempat bekerja menyetrika dengan menggunakan meja setrika sebagai landasan kerja (gambar 12.4) dan kursi sadel (gambar 12.5) sebagai tempat duduk yang didesain sesuai antropometri penyetrika sehingga sikap tubuh saat menyetrika menjadi duduk-berdiri bergantian (gambar 12.6 dan gambar 12.7). Kursi sadel didesain dengan 3 kaki yang dapat disetel turun naik dengan rentangan ketinggian antara 66-80 cm, yang dapat disesuaikan dengan tinggi telapak kaki-pangkal paha masing-masing penyetrika.

Gambar 12.6 Tampak Belakang Sikap Kerja Duduk-Berdiri Bergantian

Gambar 12.7 Tampak Samping Sikap Kerja Duduk-Berdiri Bergantian

Langkah III Melakukan pengolahan dan analisis hasil perbaikan stasiun kerja

Untuk mengetahui efektivitas atau pengaruh perbaikan stasiun kerja, langkah selanjutnya adalah melakukan penilaian terhadap variabel tergantung seperti beban kerja, kelelehan, keluhan subjektif, produktivitas kerja dll.

Pengolahan data hasil pengukuran dilakukan dengan menggunakan program *SPSS 10.0 for windows*. Uji statistik yang akan dipakai untuk menganalisis data dari masing-masing pengukuran didasarkan pada rancangan penelitian, alokasi sampel dan skala pengukuran. Untuk menganalisis data hasil penelitian akan digunakan statistik inferensial (Talogo, 1985; Nazir, 1988).

1. *Uji Kolmogorov-Smirnov (K-S)*, untuk menguji normalitas data dari variabel tergantung, pada tingkat kemaknaan (α =0,05).
2. *Uji t-paired*, untuk menguji perbedaan kemaknaan rerata antara *pre-post test* dari masing-masing kelompok perlakuan, pada tingkat kemaknaan (α =0,05) yang meliputi variabel denyut nadi dan total skor keluhan subjektif
3. Uji *oneway ANOVA*, untuk menguji perbedaan rerata dari ketiga kelompok perlakuan antara *pre test-pre test* dan *post test-post test* serta beda antara *pre-post test* pada tingkat kemaknaan (α =0,05) yang meliputi variabel denyut nadi, total skor keluhan subjektif dan hasil kerja dan produktivitas kerja.
4. Selanjutnya untuk mengetahui perbedaan kemaknaan rerata dari variabel tergantung antara kelompok perlakuan yang satu dengan kelompok perlakuan yang lainnya dilakukan uji *Post Hoc-LSD* pada tingkat kemaknaan (α =0,05).

STASIUN KERJA

12.6 Hasil Penelitian

Hasil dari observasi dan pengukuran terhadap variabel-variabel penelitian dapat disajikan seperti tersebut berikut ini.

12.6.1 Lingkungan Kerja

Mikroklimat diukur setiap 60 menit selama waktu penelitian yaitu antara pukul 11.00 s/d 15.00 wita. Hasil analisis data mikroklimat yang meliputi rerata; simpang baku dan *p-value* disajikan pada tabel 12.1. Dari uji *one way ANOVA* ternyata mikroklimat dari ketiga perlakuan tidak signifikan (p>0,05).

Tabel 12.1 Data Mikroklimat Tempat Penyetrikaan di *Laundry*

No	Parameter	P_0		P_1		P_2		p-value
		Rerata	SB	Rerata	SB	Rerata	SB	
1	Suhu basah (°C)	27,52	0,38	27,56	0,64	27,52	0,26	0,987
2	Suhu kering (°C)	30,92	0,51	30,88	0,36	30,48	0,54	0,305
3	Suhu radiasi (°C)	31,52	0,39	31,46	0,18	31,80	0,68	0,489
4	Kelembaban (%)	76,80	3,35	78,00	2,35	79,20	2,05	0,945
5	Kecepatan udara (m/det)	0,14	0,03	0,16	0,04	0,17	0,02	0,385
6	ISBB (°C)	28,70	0,29	28,76	0,48	28,68	0,38	0,443
7	Penerangan (luks)	320	40	292	29	297	16	0,323

Keterangan:

p-value: signifikansi antara ketiga perlakuan dengan uji *one way ANOVA* pada tingkat kepercayaan (α =0,05).

12.6.2 Beban Kerja

Beban kerja dihitung melalui dua pendekatan yaitu berdasarkan denyut nadi kerja dan prosentase beban kardiovaskuler (*% CVL*). Untuk mengetahui perbedaan kemaknaan rerata antara denyut nadi istirahat dengan denyut nadi kerja pada masing-masing perlakuan dilakukan *uji t-paired*. Hasil analisis *uji t-paire*d tersebut menunjukkan bahwa pada semua perlakuan terdapat peningkatan denyut nadi yang signifikan (p<0,05). Selanjutnya beban kardiovaskuler tersebut dianalisis dengan uji one *way ANOVA* disajikan pada tabel 12.2.

Tabel 12.2 Data Denyut Nadi Istirahat; Denyut Nadi Kerja; Nadi Kerja % CVL

No	Variabel	n	P_0		P_1		P_2		p-value
			Rerata	SB	Rerata	SB	Rerata	SB	
1	Denyut nadi istirahat (dpm)	8	76,89	4,69	75,80	3,19	78,65	4,34	0,395
2	Denyut nadi kerja (dpm)	8	101,39	6,25	102,71	6,79	96,84	2,68	0,109
3	Nadi kerja (dpm)	8	24,49	6,83	26,91	7,54	18,18	3,03	0,027
4	% CVL	8	26,76	9,42	28,71	5,96	20,13	2,44	0,041

Keterangan:

p-value: signifikansi antara ketiga perlakuan dengan uji *one way ANOVA* pada tingkat kepercayaan (α =0,05).

Selanjutnya untuk mengetahui perbedaan kemaknaan rerata antara perlakuan yang satu dengan yang lainnya maka dilanjutkan dengan uji *Post Hoc-LSD*:

- Denyut nadi kerja pada ketiga perlakuan dengan uji *one way ANOVA* tidak signifikan (F= 2,467; p>0,05), selanjutnya dengan uji *Post Hoc-LSD*:
  P_2 dibandingkan dengan P_0 tidak signifikan (p>0,05)
  P_2 dibandingkan dengan P_1 signifikan (p<0,05)
  P_1 dibandingkan dengan P_0 tidak signifikan (p>0,05)
- Nadi kerja pada ketiga perlakuan dengan uji *one way ANOVA* signifikan (F = 4,334; p < 0,05), selanjutnya dengan uji *Post Hoc-LSD*:
  P_2 dibandingkan dengan P_0 tidak signifikan (p > 0,05)
  P_2 dibandingkan dengan P_1 signifikan (p < 0,05)
  P_1 dibandingkan dengan P_0 tidak signifikan (p > 0,05)
- %CVL pada ketiga perlakuan dengan uji *one way ANOVA* signifikan (F = 3,735; p < 0,05), selanjutnya dengan uji *Post Hoc-LSD*:
  P_2 dibandingkan dengan P_0 tidak signifikan (p > 0,05)
  P_2 dibandingkan dengan P_1 signifikan (p < 0,05)
  P_1 dibandingkan dengan P_0 tidak signifikan (p > 0,05)

12.6.3 Keluhan Subjektif

Untuk mengetahui perbedaan kemaknaan rerata antara gangguan otot skeletal (MSD,s) *pre-post test* pada masing-masing perlakuan dilakukan *uji t-paired*. Hasil analisis *uji t-paired* tersebut menunjukkan bahwa pada semua perlakuan terdapat peningkatan total skor gangguan otot skeletal secara signifikan (p<0,05). Sedangkan hasil analisis keluhan subjektif berupa gangguan otot skeletal dengan uji *ANOVA* antara ketiga perlakuan disajikan pada tabel 12.3.

Tabel 12.3 Hasil Analisis Total Skor (MSD's) Pre dan Post Test serta Perbedaan Total Skor MSD, Pre-Post Test dari ketiga Perlakuan

No	Variabel	n	P_0		P_1		P_2		p-value
			Rerata	SB	Rerata	SB	Rerata	SB	
1	Total skor MSD's pre	8	29,87	1,36	29,50	1,60	28,75	1,16	0,277
2	Total skor MSD's post	8	50,50	7,42	49,62	8,42	37,62	4,07	0,002
3	Perbedaan skor MSD's pre-post	8	20,62	7,31	20,12	7,57	8,87	4,36	0,002

Keterangan:

p-value: signifikansi antara ketiga perlakuan dengan uji *one way ANOVA* pada tingkat kepercayaan (α = 0,05).

Untuk mengetahui perbedaan kemaknaan rerata total skor *MSD's* antara perlakuan yang satu dengan yang lainnya maka dilakukan uji *Post Hoc-LSD*:

- Total skor *MSD's post* pada ketiga perlakuan dengan uji *one way ANOVA* adalah signifikan (F= 8,714; p<0,05), dengan uji *Post Hoc-LSD*:
  P_2 dibandingkan dengan P_0 signifikan (p<0,05)
  P_2 dibandingkan dengan P_1 signifikan (p<0,05)
  P_1 dibandingkan dengan P_0 tidak signifikan (p>0,05)
- Perbedaan skor *MSD's pre-post* pada ketiga perlakuan dengan uji one *way ANOVA* adalah signifikan (F= 8,171; p<0,05), dengan uji *Post Hoc-LSD*:
  P_2 dibandingkan dengan P_0 signifikan (p<0,05)
  P_2 dibandingkan dengan P_1 signifikan (p<0,05)
  P_1 dibandingkan dengan P_0 tidak signifikan (p>0,05)

12.6.4 Produktivitas Kerja

Hasil kerja per jam dan produktivitas kerja (hasil kerja dibagi nadi kerja) antara ketiga perlakuan diuji dengan *ANOVA*. Hasil analisis uji *ANOVA* tersebut disajikan pada tabel 12.4.

Tabel 12.4 Analisis Hasil Kerja Per Jam dan Produktivitas Kerja dari ketiga Perlakuan

No	Variabel	n	P_0		P_1		P_2		p-value
			Rerata	SB	Rerata	SB	Rerata	SB	
1	Hasil kerja (potong/jam)	8	15,21	2,03	18,64	2,25	22,50	3,12	0,000
2	Produktivitas kerja	8	0,68	0,25	0,73	0,18	1,26	0,23	0,000

Keterangan:

p-value: signifikansi antara ketiga perlakuan dengan uji one *way ANOVA* pada tingkat kepercayaan (α =0,05).

Lebih lanjut untuk mengetahui perbedaan kemaknaan hasil kerja dan produktivitas antara perlakuan yang satu dengan yang lainnya maka dilakukan uji *Post Hoc-LSD*:

- Hasil kerja (potong/jam) pada ketiga perlakuan dengan uji *one way ANOVA* adalah signifikan (F= 16,851; p<0,05), selanjutnya dengan uji *Post Hoc-LSD*:
  P_2 dibandingkan dengan P_0 signifikan (p<0,05)
  P_2 dibandingkan dengan P_1 signifikan (p<0,05)
  P_1 dibandingkan dengan P_0 signifikan (p<0,05)
- Produktivitas kerja pada ketiga perlakuan dengan uji *one way ANOVA* adalah signifikan (F= 17,224; p<0,05), selanjutnya dengan uji *Post Hoc-LSD*:
  P_2 dibandingkan dengan P_0 signifikan (p<0,05)
  P_2 dibandingkan dengan P_1 signifikan (p<0,05)
  P_1 dibandingkan dengan P_0 tidak signifikan (p>0,05)

12.7 Pembahasan

Berdasarkan analisis hasil penelitian tentang pengaruh perbaikan stasiun kerja dan sikap kerja bagi penyetrika wanita di industri rumah tangga *laundry* dapat dibahas hal-hal seperti tersebut berikut ini.

12.7.1 Lingkungan Kerja

a) **Suhu udara**. Rerata suhu udara atau suhu kering pada P0 adalah 30,92 $\pm$ 0,51 ^{o}C; pada P_1 adalah 30,88 $\pm$ 0,36 ^{o}C dan pada P_2 adalah 30,48 $\pm$ 0,26 ^{o}C, secara statistik tidak signifikan (p>0,05). Suhu udara pada ke tiga perlakuan tersebut masih dalam batas-batas toleransi yang dapat diterima oleh pekerja tanpa menimbulkan gangguan kesehatan. Namun demikian suhu udara tersebut sudah berada di luar *comfort zone* yaitu 22-26 ^{o}C untuk orang Indonesia (PUSPERKES, 1995).

b) **Kelembaban Udara**. Rerata kelembaban udara pada P0 adalah 76,80 $\pm$ 3,35 %; pada P1 78,00 $\pm$ 2,35% dan pada P_2 adalah 79,20 $\pm$ 2,05 %, secara statistik tidak signifikan (p>0,05). Dibandingkan dengan rekomendasi kelembaban

untuk negara dengan empat musim yaitu 40-60%, kelembaban di tempat kerja menyetrika tersebut jauh lebih tinggi (Grantham, 1992; Grandjean, 1993; ACGIH, 1995). Tetapi apabila dibandingkan dengan kelembaban udara luar di Kabupaten Badung dengan rerata 78 $\pm$ 5%, maka kondisi kelembaban tempat kerja tersebut tidak jauh berbeda (Tarwaka & Bakri, 2001). Di samping itu Suma'mur (1984) juga menyatakan bahwa orang-orang Indonesia pada umumnya dapat beraklimatisasi dengan baik pada suhu udara antara 29-30 ^{o}C dengan kelembaban antara 85-95%.

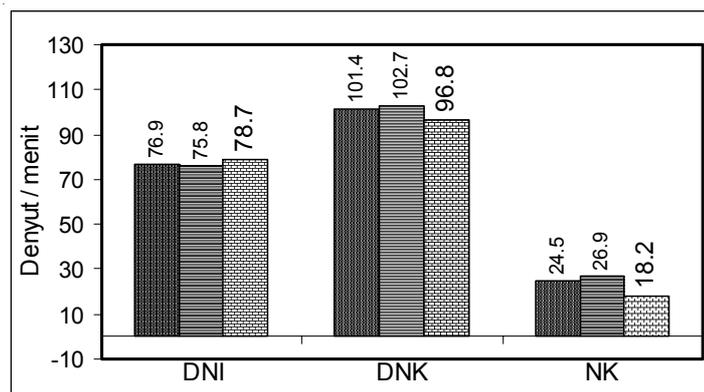
d) **Kecepatan Udara**. Rerata kecepatan udara pada P0 adalah 0,14 $\pm$ 0,03 m/det; pada P_1 adalah 0,16 $\pm$ 0,04 m/det dan pada P_2 adalah 0,17 $\pm$ 0,02 m/det, secara statistik kecepatan udara pada ketiga perlakuan tersebut juga tidak signifikan ($p>0,05$). Apabila dibandingkan dengan hasil pemantauan kecepatan udara luar di Kabupaten Badung, udara bertiup tidak tetap dengan kecepatan antara 1,26-3,85 m/det, maka kecepatan udara di tempat kerja menyetrika tersebut jauh lebih lambat (Tarwaka, 2001b). Namun demikian, apabila dibandingkan dengan rekomendasi kecepatan udara di tempat kerja yaitu antara 0,1-0,2 m/det, maka kecepatan udara di tempat menyetrika tersebut dalam rentangan yang dipersyaratkan (Sanders & McCormick, 1987; Grantham, 1992; Grandjean, 1993). Dengan demikian kecepatan udara pada ketiga perlakuan tersebut tidak menimbulkan efek fisiologis yang dapat mengganggu pekerjaan.

e) Intensitas penerangan. Sumber cahaya pada tempat menyetrika adalah berasal dari sinar matahari (penerangan alamiah) dengan menggunakan lampu TL sebagai cadangan apabila cuaca mendung atau cahaya dari sinar matahari kurang. Rerata intensitas penerangan pada P_0 adalah 320 $\pm$ 40 luks; pada P_1 adalah 292 $\pm$ 29 luks dan pada P_2 adalah 297 $\pm$ 16 luks, secara statistik tidak signifikan ($p>0,05$). Intensitas penerangan untuk pekerjaan menyetrika pada ketiga perlakuan tersebut, dalam rentangan yang direkomendasi yaitu 240-400 luks (Armstrong, 1992); 170-350 luks (Manuaba, 1986) dan 200-300 luks (Sanders & McCormick, 1987; Grandjean, 1993). Dengan demikian jelas bahwa, intensitas penerangan pada ketiga perlakuan di tempat menyetrika tersebut tidak menyebabkan gangguan visibilitas dan eyestrain yang dapat mempengaruhi performansi kerja.

12.7.2 Beban Kerja

Dari hasil analisis data denyut nadi kerja pada P_0 didapatkan rerata 101,39 $\pm$ 6,25 denyut/menit dalam kategori beban kerja sedang. Pada P_1 didapatkan rerata denyut nadi kerja sebesar 102,71 $\pm$ 6,79 denyut/menit, juga dalam kategori beban kerja sedang. Selanjutnya, pada P_2 rerata denyut nadi kerja turun menjadi 96,84 $\pm$ 2,68 denyut/menit dalam kategori beban kerja ringan. Denyut nadi kerja pada ketiga perlakuan tersebut dengan uji *one way ANOVA* ternyata tidak signifikan ($p>0,05$). Lebih lanjut dengan uji *Post Hoc-LSD*, denyut nadi kerja pada P_2 dibandingkan dengan P_0 hanya turun sebesar 4,55 denyut/menit (4,49%) dan secara

statistik tidak signifikan ($p>0,05$). Kemungkinan besar hal tersebut disebabkan karena jumlah sampel (n) yang digunakan dalam penelitian ini terlalu kecil (n=8). Namun demikian, secara kualitas penurunan beban kerja dari sedang (P_0) menjadi ringan (P_2) cukup berarti, karena dengan sendirinya beban kardiovaskuler (beban fisiologis) juga semakin ringan. Sedangkan denyut nadi kerja pada P_2 dibandingkan dengan P_1 turun sebesar 5,86 denyut/menit (5,71%) secara statistik signifikan ($p<0,05$).

Demikian halnya dengan nadi kerja, bahwa pada P_2 didapatkan rerata nadi kerja paling kecil 18,18 $\pm$ 3,03 denyut/menit; pada P0 sebesar 24,49 $\pm$ 6,83 denyut/menit; dan pada P_1 paling besar yaitu 26,91 $\pm$ 7,54 denyut/menit. Perbedaan rerata nadi kerja pada ketiga perlakuan tersebut signifikan ($p<0,05$). Selanjutnya, nadi kerja pada P_2 dibandingkan dengan P_0 turun sebesar 6,31 denyut/menit (25,76%), secara statistik tidak signifikan ($p>0,05$). Tetapi nadi kerja pada P_2 dibandingkan dengan P_1 turun sebesar 8,74 denyut/menit (32,49%) dan secara statistik signifikan ($p<0,05$). Ternyata sikap kerja berdiri (P_1) mempunyai nadi kerja yang paling besar dibandingkan sikap kerja lainnya. Hal tersebut dapat dipahami, karena sikap kerja berdiri memerlukan energi $\pm$ 20% lebih tinggi dibandingkan sikap kerja duduk atau duduk-berdiri bergantian pada pekerjaan yang sama (Hedge, 2002). Sedangkan kebutuhan energi seseorang mempunyai hubungan linier yang tinggi dengan denyut nadi kerja. Pada posisi berdiri diperlukan sirkulasi darah ke seluruh tubuh yang lebih banyak dan *venous return* darah ke jantung lebih lama sehingga memacu kerja jantung lebih cepat, akibatnya jantung berdenyut lebih cepat. Maka terbukti bahwa menyetrika dengan sikap berdiri mempunyai nadi kerja yang paling besar dibandingkan dengan sikap kerja lainnya. Secara jelas perbedaan rerata denyut nadi istirahat, denyut nadi kerja dan nadi kerja dari ke tiga perlakuan dapat dilihat pada gambar 12.8. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Andewi (1999), di mana nadi kerja pekerja perusahaan M.I. turun sebesar 19,32% ($p<0,05$) setelah dilakukan perbaikan terhadap sikap kerja dengan menggunakan meja dan kursi sesuai antropometri pekerjanya.

Gambar 12.8 Grafik Perbedaan Rerata Denyut Nadi Istirahat, Denyut Nadi Kerja dan Nadi Kerja dari ketiga Perlakuan

Di samping denyut nadi kerja, kategori beban kerja juga dapat ditentukan dari persentase beban kardiovaskuler (*%CVL*). Dari hasil analisis dengan uji korelasi *Pearson*, ternyata denyut nadi kerja mempunyai hubungan linier yang tinggi dengan *%CVL* dengan koefisien korelasi (r) sebesar 0,96. Hal tersebut disebabkan karena penghitungan *%CVL* melibatkan variabel denyut nadi istirahat, denyut nadi kerja dan umur. Sedangkan denyut nadi seseorang juga dipengaruhi oleh umur. Sehingga antara denyut nadi kerja dan *%CVL* mempunyai korelasi yang tinggi (r = 0,96). Dengan demikian jelas bahwa, baik denyut nadi kerja maupun *%CVL* dapat digunakan untuk menentukan kategori beban kerja. Dari hasil analisis *%CVL* ternyata pada P_2 didapatkan rerata paling kecil yaitu 20,13 ± 2,44 %; pada P_1 sebesar 28,71 ± 5,96 % dan pada P_0 sebesar 26,76 ± 9,42 %. Perbedaan rerata *%CVL* dari ketiga perlakuan tersebut secara statistik adalah signifikan ($p<0,05$).

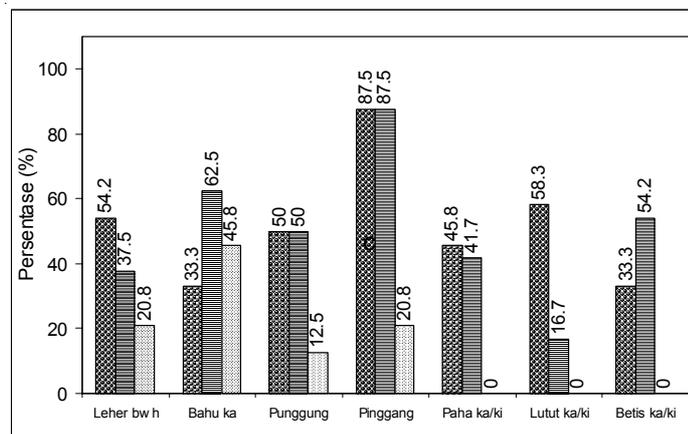
Pada sikap kerja berdiri (P_1) ternyata mempunyai rerata nadi kerja dan *% CVL* yang paling tinggi dibandingkan dengan ke dua sikap kerja lainnya. Hal tersebut disebabkan karena berdiri merupakan sikap yang tidak stabil di dalam mempertahankan keseimbangan seluruh tubuh. Maka penyetrika tidak dapat bertahan lama dalam satu sikap berdiri, melainkan akan bergoyang ke depan, ke belakang, maupun ke samping. Dengan demikian, kardiovaskuler penyetrika pada sikap berdiri di samping mendapat beban dari pekerjaan menyetrika itu sendiri, juga mendapat beban tambahan lain yaitu harus selalu menjaga keseimbangan seluruh tubuh agar dapat berdiri stabil. Akibatnya beban kardiovaskuler pada sikap kerja berdiri lebih tinggi dari sikap kerja duduk atau duduk-berdiri bergantian pada pekerjaan yang sama.

12.7.3 Keluhan Subjektif

Dari hasil analisis data keluhan subjektif berupa gangguan otot skeletal dapat dijelaskan bahwa, menyetrika dengan sikap duduk di lantai (P_0) mempunyai rerata total skor gangguan otot skeletal *post* paling tinggi yaitu 50,50 ± 7,42. Rerata total skor gangguan otot skeletal *post* menurun sedikit pada perlakuan dengan sikap berdiri (P_1) yaitu 49,62 ± 8,42. Selanjutnya setelah dilakukan perbaikan berupa stasiun kerja dan sikap kerja duduk-berdiri bergantian (P_2) rerata total skor gangguan otot skeletal *post* turun menjadi 37,62 ± 4,07. Perbedaan rerata total skor gangguan otot skeletal *post* secara statitik signifikan ($p<0,05$). Kondisi tersebut disebabkan karena pembebanan otot statis dan sikap paksa pada sikap kerja duduk di lantai dan sikap kerja berdiri dapat dikurangi dengan perubahan sikap kerja yang lebih dinamis (duduk-berdiri bergantian). Dengan sendirinya perubahan sikap kerja tersebut akan menurunkan skor gangguan otot skeletal yang dialami oleh subjek.

Perbedaan rerata total skor gangguan otot skeletal *post* antara P_2 dan P_0 adalah sebesar 12,87 atau turun sebesar 25,49 %, penurunan tersebut signifikan ($p<0,05$). Selanjutnya, perbedaan antara P_2 dan P_1 adalah sebesar 12,00 atau turun sebesar 24,18 % dan secara statistik juga signifikan ($p<0,05$). Sedangkan perbedaan antara P_1 dan P_0 hanya sebesar 0,87 atau hanya turun sebesar 1,72 % dan secara statistik tidak signifikan ($p>0,05$). Hal tersebut disebabkan karena baik sikap kerja duduk

di lantai maupun sikap kerja berdiri merupakan sikap kerja tidak alamiah sehingga kerja otot menjadi statis. Sehingga kedua sikap kerja tersebut mempunyai skor gangguan otot skeletal yang lebih tinggi dibandingkan dengan sikap kerja duduk-berdiri bergantian. Pada penelitian sebelumnya Djestawana (1999); Sutajaya & Citrawathi (2000); dan Purnawan (2000), dapat menurunkan keluhan subjektif berupa gangguan otot skeletal secara signifikan ($p<0,05$) kepada subjek penelitiannya dengan melakukan perbaikan stasiun kerja dan sikap kerja yang lebih ergonomis. Sedangkan Susilowati (2000) juga membuktikan kebenaran hipotesisnya yang menyatakan bahwa sikap kerja mempunyai pengaruh yang positif dengan keluhan subjektif.

Lebih lanjut dari analisis proporsional dapat dilihat pada bagian otot skeletal mana saja yang paling banyak terjadi keluhan atau kenyerian dari masing-masing perlakuan. Dari analisis tersebut ternyata ada beberapa bagian otot skeletal yang mengalami penurunan prosentase skor keluhan setelah dilakukan perbaikan stasiun kerja dan sikap kerja. Secara jelas dari gambar 12.9 di bawah, dapat dilihat perubahan perbedaan skor keluhan subjektif (pre-post) dari masing-masing perlakuan.

Gambar 12.9 Grafik Perbedaan Persentase Keluhan Subjektif pada Beberapa Bagian Otot Skeletal dari Masing-masing Perlakuan

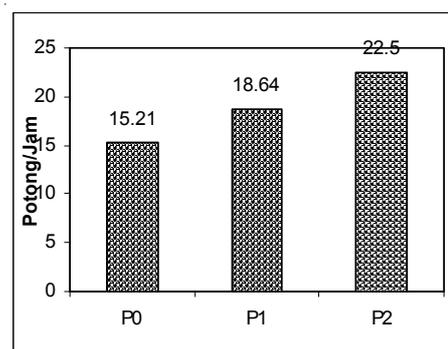
Kondisi tersebut disebabkan karena terjadinya sikap paksa pada beberapa bagian otot skeletal, pada sikap kerja duduk di lantai (P_0) dan berdiri terus menerus (P_1). Sikap paksa pada P_0 dan P_1 menyebabkan pembebanan statis pada bagian otot skeletal yang hampir sama yaitu pada betis kanan & kiri, paha kanan & kiri, punggung dan yang paling dominan adalah pinggang. Sebelumnya Chavalitsakulchai & Shahnavaz (1991) juga melaporkan bahwa hampir seluruh tenaga kerja wanita yang bekerja dengan sikap kerja tidak alamiah mengalami gangguan otot skeletal dan kelelahan otot setelah kerja. Lebih lanjut Susila (2000), juga melaporkan bahwa sikap kerja statis menyebabkan >50% pekerja "*stone carvers*" di Bali, mengalami gangguan otot skeletal pada pinggang, leher, punggung, bahu, tangan dan kaki.

Pembebanan statis dan berulang tersebut menyebabkan alirah darah terhambat, sehingga suplai oksigen tidak cukup untuk proses metabolisme aerobik. Keadaan

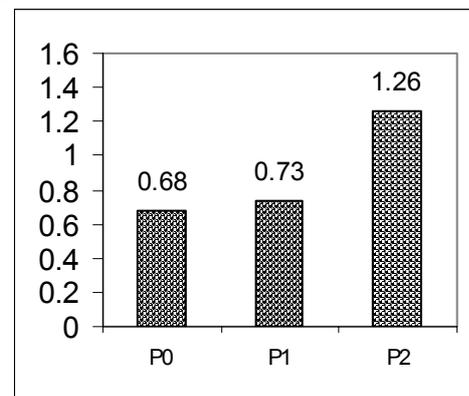
tersebut menyebabkan akumulasi tertimbunnya asam laktat dan panas tubuh, pada akhirnya menyebabkan kelelahan otot skeletal yang dirasakan sebagai bentuk kenyerian otot oleh pekerja. Menurut Pheasant (1991), sikap berdiri untuk waktu yang cukup lama dan pembebanan otot statis akibat sikap paksa menyebabkan terjadinya bendungan darah vena, penimbunan cairan dan varises vena pada kaki dan sering dirasakan sebagai bentuk kelelahan otot. Kondisi tersebut terlihat dari analisis studi gerak dan waktu, di mana pada sikap kerja duduk di lantai, penyetrika sering sekali melakukan perubahan sikap kerja yang tidak alamiah untuk relaksasi terhadap otot skeletal yang tegang akibat penimbunan produk sisa metabolisme tersebut. Sedangkan pada sikap kerja berdiri terus menerus terjadi sikap paksa dan kerja otot statis yang juga menyebabkan penimbunan sisa metabolisme. Sementara itu, pada sikap kerja duduk-berdiri bergantian adalah sebaliknya, di mana kerja otot lebih dinamis dan tidak sampai terjadi sikap paksa. Peredaran darah yang membawa oksigen ke bagian-bagian otot skeletal terus mengalir, sehingga tidak sampai terjadi penimbunan asam laktat dan panas tubuh.

Khususnya pada bagian punggung dan pinggang pada P_0 dan P_1 mempunyai skor gangguan otot skeletal yang sama tinggi yaitu (punggung=50% dan pinggang=87,5%) dan turun pada P_2 menjadi (punggung=12,5% dan pinggang=20,8%). Kondisi tersebut disebabkan karena pada posisi duduk bersila berat tubuh ditahan oleh pantat, pinggang dan punggung. Oleh karena waktu menyetrika harus memberikan tenaga tekan yang agak rendah (landasan kerja di lantai), maka dengan sendirinya pinggang dan punggung akan condong ke depan dan terjadi pembebanan statis. Hal tersebut menyebabkan kenyerian pada bagian tersebut. Sedangkan pada posisi berdiri, lebih disebabkan karena sikap tubuh (pinggang dan punggung) sering tidak simetris (*asymmetric posture*) waktu menyetrika. Kondisi tersebut sesuai dengan hasil penelitian Helander (1995), bahwa sikap kerja duduk-berdiri secara biomekanis menyebabkan tekanan pada tulang belakang (pinggang dan punggung) 30% lebih rendah dibandingkan posisi duduk atau berdiri terus menerus.

12.7.4 Produktivitas Kerja

Rerata hasil kerja pada P_0 adalah paling kecil yaitu sebesar $15,21 \pm 2,03$ potong/jam dan pada P_1 meningkat menjadi $18,64 \pm 2,25$ potong/jam. Kemudian setelah dilakukan perbaikan berupa stasiun kerja dan sikap kerja yang lebih ergonomis yaitu duduk-berdiri bergantian (P_2) hasil kerja meningkat menjadi $22,50 \pm 3,12$ potong/jam. Peningkatan hasil kerja tersebut secara statistik signifikan ($p<0,05$). Secara lebih jelas perbedaan rerata hasil kerja antara ke tiga perlakuan tersebut, diilustrasikan seperti pada Gambar 12.10

Gambar 12.10 Grafik Perbedaan Hasil kerja dari masing-masing Perlakuan

Lebih lanjut perbedaan hasil kerja per jam pada P_2 dibandingkan dengan P_0 adalah sebesar 7,29 potong atau meningkat sebesar 47,93 %, perbedaan tersebut signifikan ($p<0,05$). Perbedan antara P_2 dengan P_1 adalah sebesar 3,86 potong atau meningkat sebesar 20,71 %, perbedaan tersebut juga signifikan ($p<0,05$). Sedangkan perbedaan P_1 dengan P_0 adalah sebesar 3,42 potong atau meningkat sebesar 22,48 %, perbedaan tersebut ternyata juga signifikan ($p<0,05$). Penyebab rendahnya hasil kerja pada P_0 adalah banyaknya istirahat curian yang dilakukan penyetrika untuk relaksasi akibat sikap kerja yang tidak alamiah waktu menyetrika (seperti meluruskan kaki beberapa saat dari sikap bersila). Sedangkan pada P_1 penyebabnya adalah sikap kerja yang bersifat monotoni (berdiri terus menerus), perasaan lelah cepat muncul dan pada akhirnya penyetrika juga banyak melakukan istirahat curian untuk relaksasi bagian otot skeletal yang tegang. Sementara itu, pada P_2, relaksasi dapat dilakukan bersamaan dengan waktu berganti posisi tanpa harus menghentikan proses kerja, dengan demikian tidak ada lagi istirahat curian.

Selanjutnya produktivitas kerja seperti diilustrasikan pada gambar 12.11, terlihat jelas bahwa pada P_0 tingkat produktivitasnya paling rendah yaitu 0,68 dan sedikit meningkat pada P_1 menjadi 0,73 dan pada P_2 menjadi 1,26. Peningkatan tersebut signifikan ($p<0,05$). Lebih lanjut tingkat produktivitas kerja pada P_2 dibandingkan dengan P_0 terdapat perbedaan sebesar 0,58 atau meningkat sebesar 85,29 %, perbedaan tersebut signifikan ($p<0,05$).

Gambar 12.11 Produktivitas Kerja dari masing-masing Perlakuan

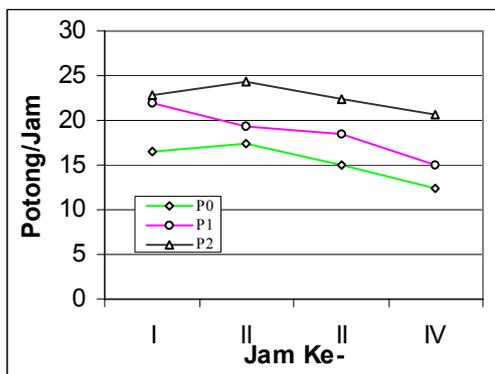
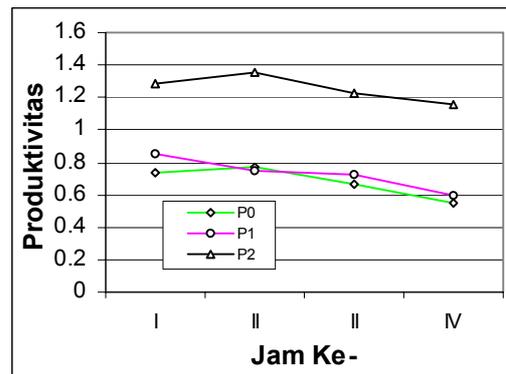
Selanjutnya, produktivitas kerja pada P_2 dibandingkan dengan P_1 terdapat perbedaan sebesar 0,53 atau meningkat sebesar 72,60 %, perbedaan tersebut juga signifikan ($p<0,05$).

Sedangkan perbedaan produktivitas kerja antara P_1 dengan P_0 hanya sebesar 0,05 atau meningkat sebesar 7,35 %, ternyata perbedaan tersebut tidak signifikan ($p>0,05$). Faktor yang mempengaruhi produktivitas selain hasil kerja adalah beban kerja yang diterima oleh penyetrika yang ditentukan dari nadi kerja. Terbukti, meskipun pada P_1 rerata hasil kerja lebih tinggi secara signifikan dibandingkan

dengan P_0, tetapi tingkat produktivitasnya tidak signifikan. Sementara itu pada P_2 di samping rerata hasil kerja paling tinggi, beban kerja yang diterima penyetrika juga paling kecil, sehingga tingkat produktivitas kerja pada P_2 jauh lebih tinggi dibandingkan dengan P_0 dan P_1.

Hasil penelitian di atas tidak jauh berbeda dengan beberapa hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Pheasant (1991); Sutjana, et al. (1996); Andewi (1999); Harsono, et al. (2000); Susilowati (2000); dan Meitha, et al. (2001). Dari hasil-hasil penelitian yang dilakukan oleh para peneliti tersebut di atas, dilaporkan temuan yang hampir sama. Di mana melalui perbaikan stasiun kerja termasuk alat kerja dan sikap kerja yang lebih ergonomis produktivitas kerja dapat ditingkatkan secara signifikan.

Selain cara tersebut di atas, untuk mengetahui peningkatan produktivitas setelah perbaikan dapat dilakukan dengan menghitung rasio produktivitas. Dari hasil penghitungan rasio produktivitas pada masing-masing perlakuan ternyata $P_2 > P_1 > P_0$.

Lebih lanjut perbedaan rerata hasil kerja dan produktivitas kerja pada tiap-tiap jam kerja dari masing-masing perlakuan secara lebih jelas diilustrasikan seperti pada gambar 12.12 dan 12.13.

Gambar 12.12 Grafik Perbedaan Hasil Kerja Tiap-tiap Jam dari Masing-masing Perlakuan

Gambar 12.13 Grafik Perbedaan Produktivitas Kerja Tiap-tiap Jam dari Masing-masing Perlakuan

Dari gambar 12.12 di atas terlihat jelas bahwa pada P_2 hasil kerja pada semua jam kerja berada pada garis paling tinggi, sedangkan hasil kerja tertinggi dicapai pada jam ke-2, kemudian sedikit menurun pada jam ke-3 dan ke-4. Hal tersebut disebabkan karena subjek memerlukan adaptasi terhadap proses kerja,

sehingga pada jam pertama hasil kerja lebih rendah dan meningkat pada jam ke dua yang sudah mulai teradaptasi. Kemudian pada jam ke-3 dan ke-4 terjadi proses fisiologis pada tubuh secara alamiah di mana kelelahan sudah mulai muncul yang menyebabkan gerakan menjadi sedikit lambat. Sementara itu, pada P^1 hasil kerja tertinggi dicapai pada jam pertama dan terus menurun pada jam-jam berikutnya. Hal tersebut disebabkan karena berdiri merupakan sikap siaga untuk waktu yang singkat, sehingga apabila berdiri dilakukan dalam waktu lebih dari 1 jam maka ketahanan tubuh akan cepat berkurang. Terbukti bahwa, hasil kerja mulai jam ke-2 pada sikap kerja berdiri terus menurun. Sedangkan pada P_o hasil kerja pada semua jam kerja berada pada garis paling rendah dan hasil kerja tertinggi dicapai pada jam ke-2, kemudian terus menurun pada jam ke-3 dan ke-4. Kondisi tersebut disebabkan karena duduk di lantai merupakan sikap kerja tidak alamiah yang menyebabkan sikap paksa dan kerja otot menjadi statis. Di samping itu gerakan waktu kerja sangat terbatas yang menyebabkan penyetrika tidak dapat bekerja secara optimal.

Selanjutnya produktivitas kerja tiap-tiap jam seperti diilustrasikan pada gambar 12.13 di atas, terlihat jelas bahwa pada P_2 berada pada garis yang jauh lebih tinggi pada semua jam kerja dibandingkan dengan P_1 dan P_0. Hal tersebut disebabkan karena pada P_2 mempunyai rerata hasil kerja yang paling tinggi dan beban kerja paling rendah pada tiap-tiap jam kerja, dengan sendirinya produktivitas kerja lebih tinggi. Sedangkan produktivitas pada P_1 dan P_0 berada pada garis yang hampir berhimpitan pada semua jam kerja. Hal tersebut disebabkan karena pada P_1 meskipun mempunyai rerata hasil kerja yang lebih tinggi dibandingkan dengan P_0 tetapi rerata beban kerjanya lebih tinggi, sehingga produktivitas kerja antara P_1 dan P_0 hampir sama.

12.7.5 Asas Manfaat

Dalam perbaikan stasiun kerja dan sikap kerja, pemilik *laundry* harus mengeluarkan sejumlah biaya yang digunakan untuk perbaikan stasiun kerja, yaitu:

- Pada (P_1) adalah berupa pembuatan 1 buah meja untuk setiap orang seharga Rp 140.000,-
- Pada (P_2) adalah berupa pembuatan 1 buah meja seharga Rp 140.000,- dan 1 buah kursi sadel seharga Rp 95.000,- untuk setiap orang. Biaya pemeliharaan/ penyusutan yang diperhitungkan hanya pada sadel dengan perkiraan masa hidup 6 bulan (180 hari). Harga 1 buah sadel adalah Rp 20.000,-. Jadi biaya

penyusutan dapat diperhitungkan dari Rp 20.000,-: 180 hari = Rp 110,- per hari. Sehingga total biaya perbaikan stasiun kerja untuk (P_2) adalah sebesar Rp 235.000, ± (Rp 110,- per hari).

Biaya-biaya lain yang timbul akibat pekerjaan menyetrika pada semua perlakuan adalah sama, maka dalam penghitungan *break even point* dapat diabaikan.

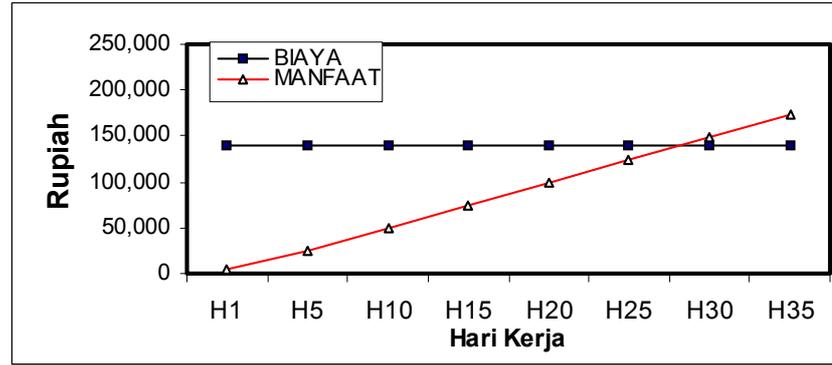
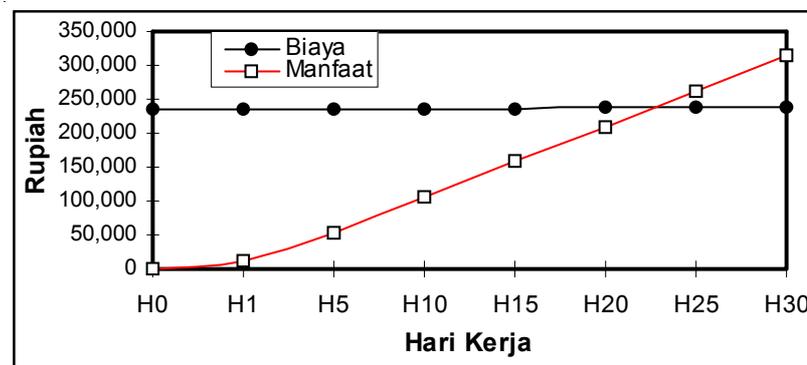
Selanjutnya manfaat atau keuntungan yang diperoleh pemilik laundry dapat diperhitungkan dari selisih atau peningkatan hasil kerja sebelum dan setelah perbaikan, yaitu:

- Hasil kerja pada P_1 adalah 18,64 potong/jam dikurangi hasil kerja pada P_0 sebesar 15,21 potong/jam, maka terdapat selisih sebesar 3,43 potong/jam atau 13,72 potong per hari kerja per orang.
- Hasil kerja pada P_2 adalah 22,50 potong/jam dikurangi hasil kerja pada P_0 sebesar 15,21 potong/jam, maka terdapat selisih sebesar 7,28 potong/jam atau 29,16 potong per hari kerja per orang.

Untuk dapat menghitung *break even point*, maka hasil kerja tersebut harus ditransformasikan dalam bentuk rupiah. Ongkos *laundry* keseluruhan per potong baju atau celana panjang adalah Rp 1.200,-. Besarnya prosentase dari masing-masing proses kerja laundry adalah pencucian (60%); pengeringan (7,5%); setrika (30%) dan pengepakan (2,5%). Jadi ongkos setrika untuk 1 buah baju atau celana panjang adalah Rp 1.200,- X 30% = Rp 360,-

Dengan demikian manfaat yang didapat setelah perbaikan stasiun kerja dan sikap kerja menyetrika adalah:

- pada P_1 sebesar 13,72 potong x Rp 360,- = Rp 4.939,- per orang per hari kerja
- pada P_2 sebesar 29,16 potong x Rp 360,- = Rp 10.497,- per orang per hari kerja.

Seperti diilustrasikan pada gambar 12.14 di bawah, bahwa *break even point* untuk perbaikan stasiun kerja dari sikap kerja duduk di lantai menjadi sikap berdiri (P_1) akan dapat dicapai setelah 28 hari kerja. Selanjutnya mulai hari ke-29 dan seterusnya merupakan keuntungan atau manfaat tambahan yang diperoleh dari perbaikan.

Gambar 12.14 Grafik Penyampaian Break Even Point untuk Perbaikan Stasiun Kerja dan Sikap kerja dari Duduk di Lantai (P0) Menjadi Berdiri (P1)

Gambar 12.15 Grafik Penyampaian Break Even Point untuk Perbaikan Stasiun Kerja dan Sikap kerja dari Duduk di Lantai (P_0) Menjadi Duduk-Berdiri Bergantian (P_2)

Dari gambar 12.15 di atas, ternyata *break even point* untuk perbaikan stasiun kerja dari duduk di lantai menjadi sikap duduk-berdiri bergantian (P_2) akan dapat dicapai setelah 23 hari kerja. Selanjutnya mulai hari ke-24 dan seterusnya merupakan keuntungan atau manfaat tambahan yang diperoleh dari perbaikan.

12.8 Simpulan

Dari uraian seperti tersebut dalam pembahasan, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai tersebut berikut ini.

1. Stasiun kerja dan sikap kerja duduk-berdiri bergantian (P_2) bagi penyetrika wanita hanya dapat menurunkan beban kerja sebesar 4,49 % dibandingkan dengan stasiun kerja dan sikap kerja duduk di lantai (P_0) dan penurunan

tersebut tidak signifikan. Tetapi, stasiun kerja dan sikap kerja duduk-berdiri bergantian (P_2) dapat menurunkan beban kerja secara signifikan sebesar 5,86 % dibandingkan dengan stasiun kerja dan sikap kerja berdiri (P_1).

2. Stasiun kerja dan sikap kerja duduk-berdiri bergantian (P_2) bagi penyetrika wanita dapat menurunkan keluhan subjektif berupa gangguan otot skeletal secara signifikan sebesar 25,49 % dibandingkan dengan stasiun kerja dan sikap kerja duduk di lantai (P_0) dan sebesar 24,18 % dibandingkan dengan stasiun kerja dan sikap kerja berdiri (P_1).
3. Stasiun kerja dan sikap kerja duduk-berdiri bergantian (P_2) bagi penyetrika wanita dapat meningkatkan produktivitas secara signifikan sebesar 85,29 % dibandingkan dengan stasiun kerja dan sikap kerja duduk di lantai (P_0) dan sebesar 72,60 % dibandingkan stasiun kerja dan sikap kerja berdiri (P_1).

12.9 Saran

Hal-hal yang dapat disarankan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Kepada para peneliti lain, disarankan untuk menggunakan jumlah sampel (n) yang lebih besar, khususnya dalam meneliti beban kerja.
2. Dalam upaya menurunkan beban kerja dan keluhan subjektif serta untuk meningkatkan produktivitas kerja, maka para penyetrika di tempat lain disarankan untuk menggunakan stasiun kerja dan sikap kerja duduk-berdiri bergantian khususnya pada proses kerja penyetrikaan.
3. Peneliti dan pembaca lainnya dapat menginformasikan kepada para pemilik industri rumah tangga *laundry* dan usaha sejenis terhadap manfaat yang diperoleh dari penerapan cara ini.
4. Bagi para pemilik industri rumah tangga *laundry* agar meningkatkan kesejahteraan penyetrika wanita dari manfaat tambahan yang diperoleh setelah perbaikan stasiun kerja dan sikap kerja dengan cara memberikan upah tambahan.

12.10 Kepustakaan

American Conference of Govermental Industrial Hygienists. 1995. *Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices*. ACGIH. Cincinati.USA.

Andewi, P.J. 1999. Perbaikan Sikap Kerja dengan Memakai Kursi dan Meja Kerja Sesuai Data Antropometri Pekerja dapat Meningkatkan Produktivitas Kerja dan Mengurangi Gangguan Sistem Muskuloskeletal Pekerja Perusahaan M.I.

Kediri Tabanan. Tesis Magister Program Studi Ergonomi-Fisiologi Kerja yang tidak dipublikasikan. Denpasar. Universitas Udayana.

Armstrong, R. 1992. *Lighting at Work*. Occupational Health & Safety Authority. Melbourne. Australia:4-11.

Astrand, P.O. & Rodahl, K. 1977. *Textbook of Work Physiology-Physiological Bases of Exercise*, 2nd edt. McGraw-Hill Book Company. USA.

Carrasco, C. 1996. Reduction of Back Load and Strain in the Workplace. Dalam: Research Report 1994-1995. *Australian Government Publishing Service*. Canberra Australia: 18-20.

Chavalitsakulchai, P. & Shahnavaz, H. 1991. Musculoskeletal Discomfort and Feeling of Fatigue among Female Professional Workers: The Need for Ergonomics Consideration. *Journal of Human Ergology*. 20: 257-264.

Colton, T. 1974. Statistics in Medicine. Little Braun and Company, Boston, USA.

Djestawana, I.G.D. 1999. Perbaikan Sikap Kerja pada Proses Manggur Mengurangi Beban Kardiovaskuler dan Keluhan pada Otot Perajin Gamelan Bali di Desa Tihingan Klungkung. Tesis Magister Program Studi Ergonomi-Fisiologi Kerja yang tidak dipublikasikan. Denpasar. Universitas Udayana.

Grandjean, E. 1993. *Fitting the Task to the Man*, 4th edt. Taylor & Francis Inc. London.

Grantham, D. 1992. *Occupational Health & Safety*. Guidebook for the WHSO. Merino Lithographics Moorooka Queensland. Australia: 208-216.

Harsono, A.; Helianty, Y. & Yulhanwar 2000. Studi Perancangan Sistem Kerja untuk Meningkatkan Efisiensi Stasiun Kerja. Dalam: Wignyosoebroto, S. & Wiratno, S.E., Eds. *Proceedings Seminar Nasional Ergonomi*. PT. Guna Widya. Surabaya. hal. 187-194.

Helander, M. 1995. *A Guide to the Ergonomics of Manufacturing. Taylor & Francis*. Great Britain: 55-64.

Manuaba, A. 1986. Penerapan Ergonomi Kesehatan Kerja di Rumah Tangga. Dalam: Pembahasan Teknis Peningkatan Peranan Dharma Wanita dalam Gerakan Keluarga Sehat, Jakarta.

Meitha, R.; Joniarto & Setiawan, A. 2001. Perancangan Meja Kerja Gosok Serta Perbaikan Metode Kerja Guna Peningkatan Produktivitas. Dalam: Sutajaya, M. ed. *Proceeding National-International Seminar on Ergonomics-Sports Physiology*. Udayana University Press. Denpasar: 319-332.

Nazir, M. 1988. *Metode Penelitian*. cetakan 3. Penerbit Ghalia Indonesia. Jakarta: 325-332.

Pheasant, S. 1991. *Ergonomics, Work and Health*. MacMillan Academic and Professional Ltd. London.

Purnawan, I.B. 2000. Perbaikan Sikap Kerja Mengurangi Keluhan Subjektif Perajin Layang-layang Home Indutri di Sanur. Dalam: Wignyosoebroto, S. & Wiratno, S.E., Eds. *Proceedings Seminar Nasional Ergonomi*. PT. Guna Widya. Surabaya. hal. 296-298.

PUSPERKES, 1995. Penelitian Kualitas Iklim Kerja dan Kebisingan Lingkungan Kerja Perkantoran, Jakarta.

Sanders, M.S. & McCormick, E.J. 1987. *Human Factors In Engineering and Design*, 6th edt. McGraw-Hill Book Company. USA:331-454.

Suma'mur, P.K. 1984. *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*. Cet-4, Penerbit PT. Gunung Agung. Jakarta: 82-92.

Susila, I.G.N. 2000. Work Posture and Musculoskeletal Discomfort of Stone Carvers. Dalam: Lim, K.Y. Ed. *Proceedings of the Joint Conference of APCHI and ASEAN Ergonomics*. Singapore: 419-422.

Susilowati, S. 2000. Pengaruh Posisi Kerja terhadap Produktivitas dan Keluhan Subjektif Karyawan. Dalam: Wignyosoebroto, S. & Wiratno, S.E., Eds. *Proceedings Seminar Nasional Ergonomi*. PT. Guna Widya. Surabaya. hal. 219-223.

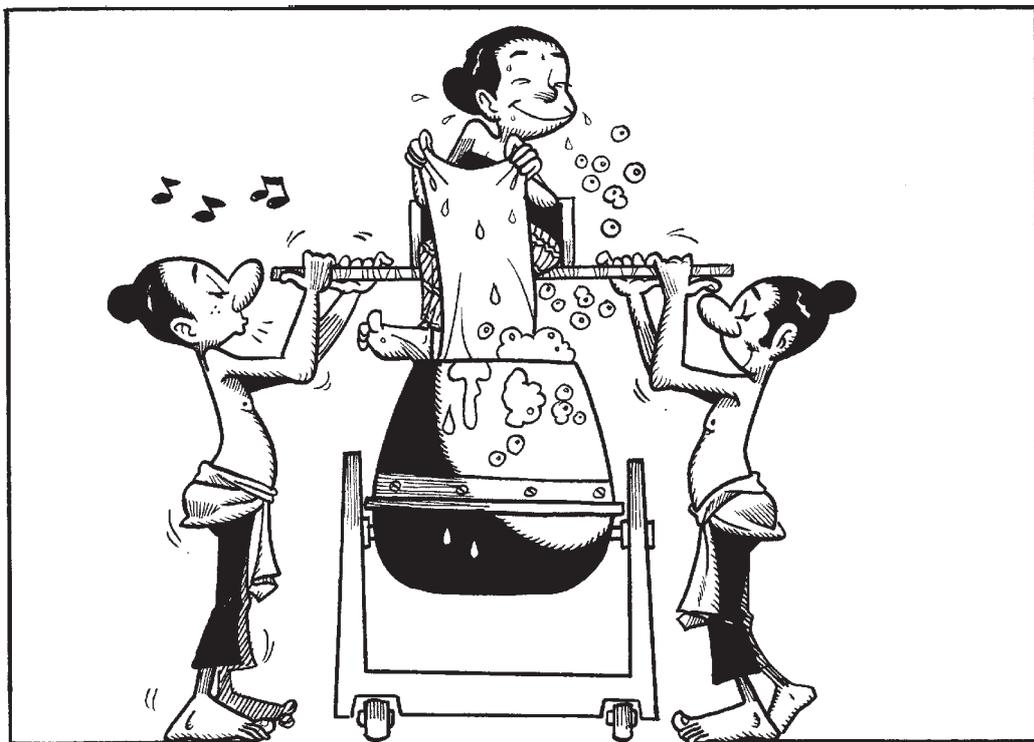
Sutajaya, I M. & Citrawathi, D.M. 2000. Perbaikan Kondisi Kerja Mengurangi Beban Kerja dan Gangguan pada Sistem Muskuloskeletal Mahasiswa dalam Menggunakan Mikroskop di Laboratorium Biologi STKIP Singaraja. Dalam: Wignyosoebroto, S. & Wiratno, S.E., Eds. *Proceedings Seminar Nasional Ergonomi*. PT. Guna Widya. Surabaya: 239-242.

Sutjana, D.P.; Tirtayasa, K.; Widana,K.; Adiputra,N. & Manuaba, A. 1996. Improvement of Working Posture Increases Productivity of Roof Tile Home Industry Workers at Darmasaba Village, Badung Regency. Dalam: *Journal of Human Ergology*. 25(1): 62-65.

Talogo, R.W. 1985. Inferensi Statistik. Dalam: Tjokronegoro, A. & Sudarsono, S. eds. *Metodologi Penelitian Bidang Kedokteran*. edt.1 Cet.2. Balai Penerbitan FKUI. Jakarta: 145-148.

Tarwaka 2001. Kadar Debu Total di Denpasar dan Badung Melampaui Standar Baku Mutu. Dalam: Proceeding of The International Seminar on Climate Change on Local Environment. Universitas Udayana. Denpasar: C4:35-41.

Tarwaka & Bakri, S.A. 2001. Kurangnya Sirkulasi Udara Menyebabkan Gangguan Kesehatan dan Kenyamanan Karyawan di Basemen Hotel. *Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja*, Jakarta: XXXIV(3): 26-33.

BAB 13

Penurunan Landasan Molen dan Pemberian Peneduh Meningkatkan Produktivitas Pengadukan Spesi Beton SecaraTradisional

13.1 Pendahuluan

Pengecoran beton secara tradisional sampai saat ini masih banyak digunakan, terutama untuk pengecoran beton dengan volume kecil, bagian-bagian konstruksi yang bersifat nonstruktur dan untuk lokasi yang tidak terjangkau oleh alat berat. Dari seluruh rangkaian proses, bagian pengadukan spesi beton sangat menentukan tingkat produktivitas pengecoran. Pengadukan spesi dilakukan dengan menggunakan mesin pengaduk konvensional (molen). Aktivitas utama pekerja adalah mengangkat dan mengangkut bahan baku spesi secara manual dengan menggunakan kotak bertangkai sebagai alat angkutnya.

Hasil observasi awal menunjukkan adanya sikap kerja tidak alamiah dari pekerja yang bertugas untuk mengangkat, mengangkut dan memasukkan pasir, koral dan semen ke dalam tabung molen karena posisi lubang tabung pengaduk yang terlalu tinggi. Pekerjaan dilakukan di bawah paparan panas matahari, pekerja banyak berkeringat, terjadi kehilangan berat badan dan kelelahan dini sehingga pada akhirnya produktivitas tidak optimal. Untuk mengatasi permasalahan yang ada, perlu dilakukan perbaikan kondisi kerja melalui pendekatan ergonomi, terutama untuk mengatasi adanya ketidak sesuaian antara dimensi alat dan ukuran tubuh pekerja serta pengaruh paparan panas yang tinggi.

Untuk memudahkan proses perancangan atau perbaikan suatu produk/alat bantu kerja, diperlukan pemahaman tentang antropometri, yaitu ilmu yang mempelajari proporsi ukuran dari setiap bagian tubuh manusia (Pulat, 1992). Data ukuran tubuh ini digunakan untuk menentukan ukuran alat dan perlengkapan kerja sehingga tercipta keserasian antara alat dengan pemakaiannya dan adanya sikap kerja tidak alamiah dapat dihindari. (Suma'mur, 1982; Sanders & McCormick, 1987; Pulat, 1992; Grandjean, 1993; Manuaba, 2000).

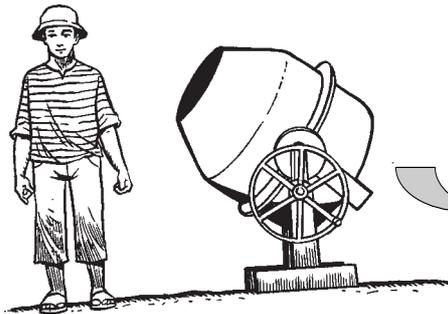
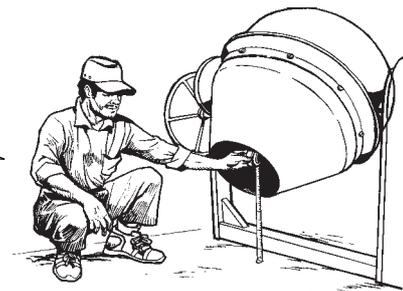
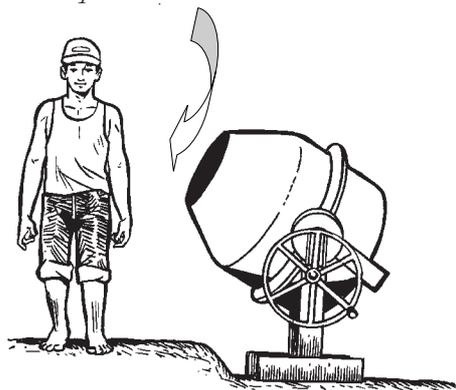
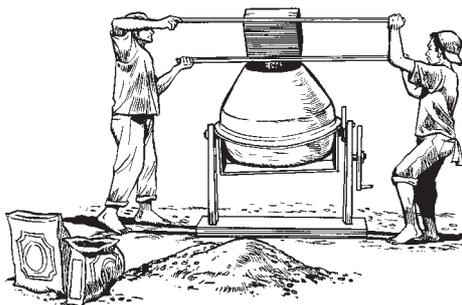
Di samping masalah antropometri, adanya sikap kerja tidak alamiah juga disebabkan oleh cara kerja yang salah. Kurangnya pemahaman terhadap cara mengangkat dan mengangkut yang benar menyebabkan sikap kerja tidak alamiah yang dapat menimbulkan gangguan otot skeletal (musculoskeletal disorders), terutama gangguan otot pada punggung dan pinggang. Untuk menekan adanya resiko tersebut, diperlukan kajian yang lebih teliti tentang beberapa prinsip dasar yang terkait dengan aktivitas mengangkat dan mengangkut. Kajian dapat dilakukan melalui tiga pendekatan, yaitu pendekatan aspek fisiologis, biomekanik dan psikofisiologis. Melalui ketiga pendekatan tersebut, dapat dirancang aktivitas yang benar-benar sesuai dengan kemampuan dan keterbatasan tubuh seperti tingkat beban kerja, kapasitas dan frekuensi mengangkat dan mengangkut, sehingga kapasitas tubuh dapat termanfaatkan secara optimal dan pada akhirnya dapat dicapai produktivitas yang maksimal (Waters & Anderson, 1996b).

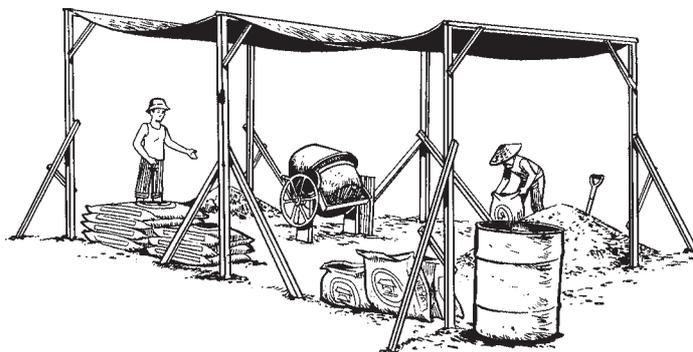
Selain sikap kerja, yang juga berpengaruh terhadap kinerja seseorang adalah kondisi lingkungan kerja (Rodahl, 1989; Manuaba, 2000). Pekerja Indonesia pada umumnya beraklimatisasi dengan iklim tropis yang suhunya berkisar antara 29 - 30 °C dengan kelembaban relatif udara sekitar 85 - 95% (Suma'mur, 1982). Suhu udara yang panas dapat menurunkan prestasi kerja dan derajat kesehatan seseorang. Pekerja banyak berkeringat dan kehilangan garam natrium yang dapat menyebabkan timbulnya kelelahan dini, yang lebih fatal, sengatan panas (heat stroke) dapat menyebabkan kematian (Suma'mur, 1982; Mutchler, 1991; Grandjean, 1993). Oleh karena itu, untuk pekerjaan yang dilakukan di bawah paparan panas matahari langsung, maka pemantauan terhadap kondisi mikroklimat/lingkungan kerja sangat dianjurkan. Salah satu sistem pengujian mikroklimat adalah dengan parameter Indeks Suhu Basah dan Bola (ISBB) atau *Wet Bulb Globe Temperature* (WBGT) Index (Mutchler, 1991).

Selanjutnya, untuk mengatasi permasalahan ergonomi dalam pengadukan spesi beton secara tradisional, ada beberapa alternatif yang dapat dilakukan melalui pendekatan ergonomi. Untuk menghindari adanya sikap kerja tidak alamiah, landasan molen diturunkan sehingga tercipta kesesuaian antara tinggi tabung molen dengan ukuran tubuh pekerja. Sedangkan untuk mengurangi paparan panas matahari, maka pada area kerja dapat diberi peneduh, antara lain dengan menggunakan terpal plastik berwarna biru. Intervensi ergonomi melalui penurunan landasan mesin dan pemberian peneduh ini dipilih karena dapat dilakukan dengan sangat mudah dan murah.

13.2 Materi dan Metode Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan menggunakan rancangan *Group - Within - Treatment* (sama subjek) (Drury, 1992; Sutrisno, 1991). Jumlah sampel yang terpilih secara random adalah 30 orang yang dikelompokkan menjadi 6 group. Masing-masing group akan menjalani tiga perlakuan. Pada perlakuan I, masing-masing kelompok melakukan pengadukan spesi beton secara tradisional seperti yang biasa dilakukan. Pada perlakuan II, landasan mesin diturunkan sedalam 36 cm. Sedangkan pada perlakuan III, selain penurunan landasan molen, di area kerja diberi peneduh terpal plastik berwarna biru dengan ukuran 4 x 7 m. Antara periode perlakuan I, II dan III, diberi tenggang waktu (*washing out*) selama dua hari untuk menghilangkan efek perlakuan sebelumnya. Variabel tergantung yang diteliti adalah produktivitas, dengan variabel antara meliputi beban kerja, keluhan otot skeletal dan kelelahan. Sedangkan variabel yang dikendalikan meliputi karakteristik subjek dan organisasi kerja. Untuk menguji beda efek antara perlakuan I, II dan III terhadap variabel beban kerja, keluhan otot skeletal, kelelahan dan produktivitas dilakukan dengan menggunakan uji Repeated measures *analysis of variance* dengan tingkat kemaknaan $\alpha = 0{,}05$.

13.3 Teknik Perbaikan Kondisi Kerja Pengadukan Spesi Beton

Gambar 13.1. Ketinggian Lubang Molen terhadap Siku Sebelum Perbaikan

Gambar 13.2. Penurunan Landasan Molen Sedalam 36 cm.

Gambar 13.3. Ketinggi Lubang Molen terhadap Siku Setelah Perbaikan

Gambar 13.4. Sikap Kerja Sebelum Perbaikan

Gambar 13.5. Sikap Kerja Setelah Perbaikan

Gambar 13.6. Peneduh dari Terpal

13.4 Hasil dan Pembahasan

13.4.1 Subjek

Hasil analisis menunjukkan bahwa rerata umur subjek adalah (26,70 ± 5,52) tahun dengan rentangan umur antara 20 sampai 35 tahun. Rentangan umur ini ditetapkan karena kapasitas kerja fisik maksimum seseorang biasanya dicapai pada umur antara 25 sampai 35 tahun (Pulat, 1992; Grandjean, 1993; Genaidy, 1996). Dengan demikian maka semua subjek penelitian dapat dikatakan memiliki kapasitas kerja fisik yang maksimal, sehingga pengaruh umur terhadap efek perlakuan dapat terkontrol (tidak menimbulkan bias).

13.4.2 Lingkungan Kerja

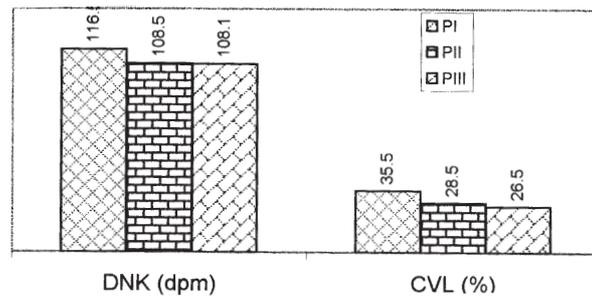
Variabel mikroklimat diukur dengan menggunakan *sling psycrometer* buatan Jepang. Hasil analisis menunjukkan bahwa kelembaban udara dan kecepatan udara untuk perlakuan I, II dan III tidak berbeda bermakna ($p > 0,05$). Rerata kelembaban udara pada PI, PII dan PIII < 85 %, sedangkan rerata kecepatan udara pada PI, PII dan PIII masih tergolong rendah, yaitu < 1,5 m/det. (Mutcler, 1991). Dengan demikian baik kelembaban maupun kecepatan udara pada PI, PII dan PIII tidak menimbulkan efek fisiologis bagi pekerja. Untuk parameter Indeks, Suka Basah

dan Bola ISBB, rerata ISBB terendah terjadi pada PIII (29,42 ± 1,11) °C. Selanjutnya diikuti oleh PI (31,50 ± 1,73) °C dan PII (31,77 ± 1,26) °C. ISBB pada PIII menurun sebesar 6,6 % dari PI dan 7,4 % dari PII ($p < 0,05$).

Selanjutnya, untuk melihat lebih jauh efek dari penurunan landasan molen sesuai ukuran tubuh pekerja dan pemberian peneduh dapat dilakukan melalui beberapa indikator, di antaranya dari hasil pengukuran variabel beban kerja.

13.4.3 Beban Kerja

Kategori beban kerja ditentukan melalui dua variabel, yaitu denyut nadi kerja dan beban kardiovaskuler (% CVL). Rerata denyut nadi kerja dan % CVL terendah terjadi pada PIII, kemudian diikuti oleh PII dan PI seperti yang terlihat pada Gambar 13.7 disamping ini.

Rerata denyut nadi kerja pada PIII menurun sebesar 7,21 % dan PII sebesar 6,87 % terhadap PI ($p < 0,05$). Sedangkan antara PIII dan PII tidak berbeda bermakna ($p > 0,05$).

Gambar 13.7 Rerata denyut nadi kerja dan beban kardiovaskuler

Keterangan:

PI, PII & PIII	:	*Perlakuan I, II & III*
DNK	:	*Denyut Nadi Kerja (denyut/menit)*
CVR	:	*Beban Kardiovaskuler*

Walaupun secara fisiologi, beban kerja pada PI, PII dan PIII masuk dalam kategori yang sama, yaitu beban kerja sedang, namun penurunan beban kerja pada PII dan PIII tetap dapat meringankan fungsi fisiologis tubuh. Hal ini sesuai dengan yang direkomendasikan oleh Konzs (1996), bahwa dalam penerapan ergonomi, sebaiknya denyut nadi kerja diupayakan tidak melebihi 110 denyut/menit.

Rerata % CVL pada PIII menurun sebesar 25,28 % dan PII sebesar 19,6 % terhadap PI ($p < 0,05$). Sedangkan % CVL antara PIII dan PII tidak berbeda bermakna ($p > 0,05$). Berdasarkan nilai % CVL, maka PI masuk kategori pekerjaan yang direkomendasikan untuk dilakukan perbaikan baik melalui rekayasa teknik (redesain) maupun melalui perbaikan organisasi, misalnya dengan mengurangi jam kerja dan menambah jam istirahat. Sedangkan untuk PIII dan PII termasuk pekerjaan yang tidak menimbulkan kelelahan. Hal ini akan tampak lebih jelas dari hasil *plotting* jadwal kerja - istirahat atas dasar nilai % CVL dan ISBB seperti dalam Gambar 13.8

Dapat disimpulkan bahwa pemberian peneduh telah memberikan efek positif terhadap organisasi kerja. Pada PIII, pekerjaan dapat dilakukan secara kontinyu selama 8 jam tanpa membahayakan kesehatan pekerja, pada PII, jadwal kerja-istirahat yang direkomendasikan adalah 50 % kerja dan 50 % istirahat, sedangkan pada kondisi awal sebelum intervensi (PI), jadwal kerja yang direkomendasikan adalah 25 % kerja dan 75 % istirahat.

Selanjutnya, di samping memberikan pengaruh terhadap beban kerja, perbaikan sikap dan lingkungan kerja juga mempengaruhi tingkat keluhan otot seperti uraian berikut ini.

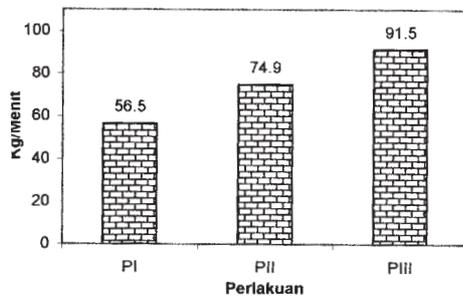
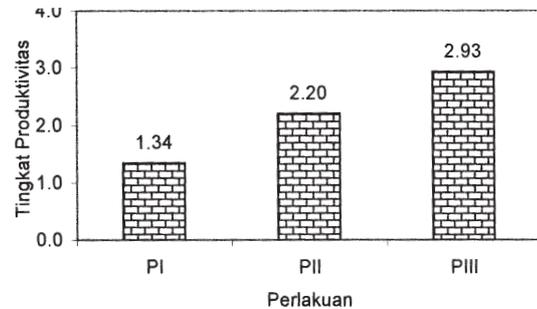
13.4.4 Keluhan Otot

Keluhan otot diindikasikan melalui kuesioner *Nordic Body Map* sebelum dan sesudah bekerja. Hasil analisis proporsional menunjukkan bahwa bagian otot skel-etal yang paling banyak dikeluhkan oleh pekerja adalah pada otot punggung, pinggang, bahu kanan, bahu kiri, lengan atas kiri dan betis. Rerata keluhan otot skeletal terendah terjadi pada PII (8,93 ± 4,83), diikuti oleh PIII (9,03 ± 3,71) dan PI (18,7 ± 7,54). Keluhan otot pada PIII menurun 51,71 % dan PII 52,25 % dari PI ($p < 0,05$). Sedangkan efek penurunan keluhan otot oleh PIII maupun PII tidak berbeda bermakna ($p > 0,05$). Hal ini terjadi karena pada PII dan PIII telah dilakukan perbaikan sikap kerja, sehingga keluhan otot skeletal menurun.

13.4.5 Kelelahan

Indikasi kelelahan diperoleh melalui selisih waktu reaksi sebelum dan sesudah bekerja, yang diukur dengan *reaction timer* dengan sistem rangsang cahaya. Hasil analisis menunjukkan bahwa rerata selisih skor waktu reaksi terendah terjadi pada PIII (24,54 ± 1,51) milidetik. Selanjutnya diikuti oleh PII (34 ± 1,14) milidetik dan PI (42,96 ± 0,39) milidetik. Rerata waktu reaksi pada PIII 42,88 % dan PII 20,86 % lebih rendah dari PI ($p < 0,05$). PIII 27,82 % lebih rendah dari PII ($p < 0,05$). Dengan demikian waktu reaksi PIII adalah yang tercepat. Hal ini terjadi karena pada PIII, telah dilakukan perbaikan sikap dan kondisi lingkungan kerja sehingga tidak terjadi kelelahan yang berlebihan. Dalam kondisi ini maka stimuli cahaya yang diterima syaraf aferen akan lebih cepat sampai ke pusat otak sebagai pengendali gerakan, dengan demikian waktu reaksi terhadap stimuli tersebut akan lebih cepat. Ini membuktikan bahwa penurunan landasan molen sesuai ukuran tubuh pekerja dan pemberian peneduh memberikan pengaruh yang sangat bermakna terhadap penurunan tingkat kelelahan.

13.4.6 Produktivitas

Produktivitas kerja dianalisis berdasarkan perbandingan jumlah spesi beton yang dihasilkan (kg/menit) sebagai keluaran dan nadi kerja (denyut/menit) sebagai masukan dalam periode waktu tertentu. Hasil analisis menunjukkan bahwa produktivitas tertinggi terjadi pada PIII, selanjutnya diikuti oleh PII dan PI seperti yang terlihat pada Grafik 13.8a dan 13.8b.

Gambar 13.8a Grafik Perbedaan Hasil produksi

Gambar 13.8b Grafik Perbedaan Produktivitas kerja

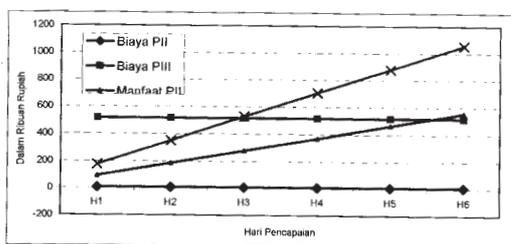
Produktivitas PIII 118,67 % dan PII 64,18 % lebih tinggi dari ($p < 0,05$). PIII 33, 18 % lebih tinggi dari PII ($p < 0,05$). Produktivitas PI sangat rendah bila dibandingkan dengan PII dan PIII. Hal ini terjadi di samping karena adanya sikap kerja tidak alamiah juga karena banyaknya istirahat curian. Selama menunggu proses pengadukan, para pekerja meninggalkan posisi kerjanya untuk mencari perlindungan terhadap paparan panas matahari, sehingga proses pengadukan berikutnya tidak dapat segera dimulai. Hal ini juga tampak terjadi pada PII, namun produktivitas PII masih lebih tinggi dari PI karena untuk PII sudah ada perbaikan sikap kerja. Sementara itu pada PIII pekerja tetap berada di posisi kerjanya masing-masing sehingga proses pengadukan bisa berjalan kontinyu dan lebih efisien. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sudarmanto (2001) yang menunjukkan bahwa perbaikan sarana kerja telah meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja wanita pengangkut pasir di Tukad Ayung Bongkasa.

Selanjutnya, untuk memberikan gambaran yang lebih mudah diterima baik oleh pekerja maupun pihak industri, kiranya perlu diuraikan manfaat intervensi ergonomi seperti berikut ini.

13.4.7 Manfaat Intervensi Ergonomi dalam Proses Pengadukan Spesi Beton

Intervensi ergonomi dengan biaya murah dapat memberikan keuntungan/ manfaat yang lebih besar baik langsung maupun tidak langsung. Analisis keuntungan/manfaat tersebut dapat ditinjau dari beberapa aspek, yaitu biaya

pengobatan, biaya produksi, biaya peralatan dan biaya pemeliharaan (Dalton & Smitten, 1991). Dalam pembahasan ini, analisis keuntungan/manfaat hanya ditinjau dari perbandingan antara biaya intervensi ergonomi dengan penghematan biaya produksi spesi beton yang meliputi biaya bahan, tenaga kerja dan alat kerja.

Hasil analisis menunjukkan bahwa untuk penurunan landasan mesin (PII) diperlukan biaya sebesar Rp. 7.200,-, sedangkan untuk penurunan landasan molen dan pemberian peneduh (PIII) diperlukan biaya sebesar Rp. 514.200,-. Biaya penghematan untuk PII adalah Rp. 92.531,38/hari dan untuk PIII adalah Rp. 175.979,76/hari. Selanjutnya berdasarkan besarnya penghematan biaya per hari dan biaya intervensi ergonomi, maka dapat dianalisis titik pulang pokok seperti yang terlihat pada Gambar 13.9 berikut ini.

Gambar 13.9 Grafik pencapaian Titik Pulang Pokok

Dari gambar 13.9 dapat diketahui bahwa biaya intervensi untuk PII hampir mendekati 0 dan pada hari pertama telah tertutup oleh adanya penghematan. Sedangkan untuk PIII, biaya intervensi baru tertutup oleh adanya penghematan biaya pada akhir hari ke tiga setelah pelaksanaan intervensi. Untuk jangka panjang, ternyata manfaat dari PIII lebih besar dari PII.

13.5 Simpulan

Dari hasil pembahasan yang telah diuraikan tersebut, dapat disimpulkan beberapa hal pokok yaitu:

1. Penurunan landasan molen sesuai ukuran tubuh pekerja dan pemberian peneduh telah menurunkan beban kerja, keluhan otot skeletal dan kelelahan, yang pada akhirnya meningkatkan produktivitas pengadukan spesi beton secara tradisional;
2. Intervensi ergonomi dengan biaya yang relatif murah dapat menekan resiko sakit akibat kerja dan memberikan keuntungan yang cukup besar baik bagi pekerja maupun unsur manajemen.

13.6 Saran

Bertitik tolak dari permasalahan yang ada dan berdasarkan hasil pembahasan tersebut di atas, maka kesehatan kerja perlu dijaga sehingga dapat dicapai produktivitas yang maksimal.

13.7 Kepustakaan

Anis, J.F. & McConville. 1996. Anthropometry. Edited by Bharattacharya, A & McGlothlin, J.D. 1996. *Occupational Ergonomics Theory and Applications*. Marcel Dekker Inc. New York. 1-46.

Dalton, J.M. & Smitten, N. 1991. Cost Reduction Through Modification of a Heavy Physical Task. Edited bay Pulat, B.M. & Alexander, D.C. 1991. *Industrial Ergonomics Case Studies*. Institute of Industrial Engineers. USA. 75-84.

Drury, C.G. 1992. Designing ergonomics studies and experiments. Edited by Wilson, J.R. & Corlett, E.N. 1992. *Evaluation of Human Work a Practical Ergonomics Methodology*. Tailor & Francis. London, Washington DC. 101-129.

Genaidy, A.M. 1996. Physical work capacity. Edited by Bharattacharya, A & McGlothlin, J.D. 1996. *Occupational Ergonomics Theory and Applications*. Marcel Dekker Inc. New York. 219-234.

Grandjean, E. 1993. Fitting the task to the man, 4th ed. Taylor & Francis Inc. London.

Konz, S. 1996. Physiology of body movement. Edited by Bharattacharya, A & McGlothlin, J.D. 1996. *Occupational Ergonomics Theory and Applications*. Marcel Dekker Inc. New York. 47-62.

Manuaba, A. 2000. Ergonomi, kesehatan dan keselamatan kerja. Editor : Sritomo Wignyosoebroto dan Stefanus Eko Wiranto. 2000. Proceeding Seminar Nasional Ergonomi 2000. Guna Wijaya. Surabaya. 1-4.

Mutchler, J.E., C.I.H. 1991. Heat stress : its effects, measurement, and control. Edited by Clayton, G.D. & Clayton, F.E. 1991. *Patty's Industrial Hygienene and Toxicology*. 4th ed. USA. 763-838.

Pulat, B.M. 1992. Fundamentals of industrial ergonomics. Prentice Hall, Englewood Cliffs. New Yersey.

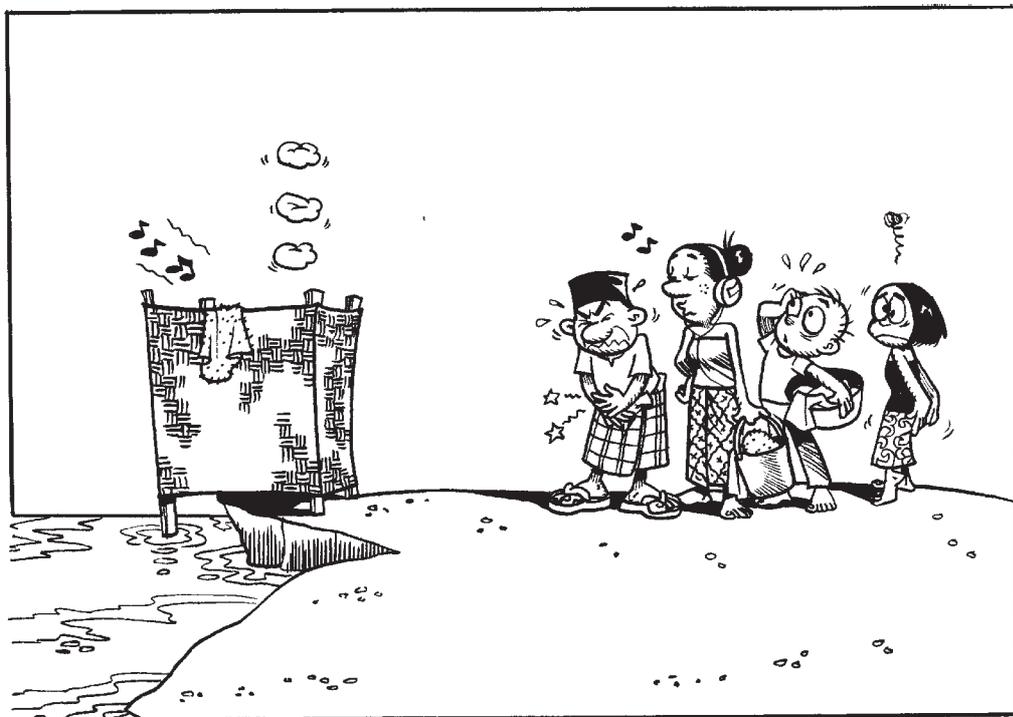
Rodahl, K. 1989. The physiology of work. Tailor & Francis. London, New York, Philadelphia.

Sanders, M.S & McCormick. 1987. Human factor in engineering and design. McGraw-Hill Book Company, New York.

Soetrisno. 1991. Metodologi research. Cet. VI. Andi Offset. Yogyakarta.

Suma'mur, P.K. 1982. Ergonomi untuk produktivitas kerja. Yayasan Swabhawa Karya. Jakarta.

Waters, T.S. & Putz-Anderson, V. 1996b. Revise NIOSH lifting equation. Edited by Bharattacharya, A & McGlothlin, J.D. 1996. *Occupational Ergonomics Theory and Applications*. Marcel Dekker Inc. New York. 627-654.

BAB 14

Perbaikan Sarana Kamar Mandi Meningkatkan Kenyamanan Lansia

14.1 Latar Belakang Masalah

Umur harapan hidup penduduk di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung meningkat. Pada tahun 1971 harapan hidup penduduk lelaki 40 tahun dan 45 tahun untuk wanita. Pada tahun 1988 meningkat mencapai rerata 56,5 tahun untuk lelaki dan 60 tahun untuk wanita. Diperkirakan dekade tahun 2000-an harapan hidup akan lebih dari 65 tahun (Astawan & Wahyuni, 1988). Meningkatnya umur harapan hidup penduduk Indonesia akan berakibat meningkatnya jumlah lanjut usia (lansia).

Dikaruniai usia panjang ternyata bukan tanpa masalah, secara alamiah kemampuan fisiologis organ lansia telah mengalami penurunan fungsi. Perubahan gerak otot yang semakin kaku, stabilitas gerakan tangan yang gemetaran, kontrol keseimbangan semakin labil dan berbagai penurunan fungsi organ lainnya (Ancok 1993; Tjandra, dkk., 2001). Perubahan dan penurunan fungsi fisiologis yang dialami oleh lansia akan berakibat pada: berkurangnya kekuatan otot, kontrol saraf, dan menurunnya kemampuan panca indera (Rabbitt & Carmichael, 1994; Manuaba, 1998).

Pada *State University of New York* di Buffalo, penelitian dan redesain kamar mandi untuk lansia telah dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi angka kematian serta cedera di kamar mandi. Laporan yang dimuat di *The Consumer Product Safety Commission* tahun 1975, setiap tahunnya 70 lansia yang berumur di atas 65 tahun meninggal di kamar mandi karena luka bakar. *National Safety Council (NSC)* menyebutkan bahwa di Amerika Serikat, satu orang meninggal setiap hari akibat penggunaan bathtub/shower di kamar mandi. Lebih lanjut NSC melaporkan pada tahun 1989, 345 orang dari berbagai umur meninggal di kamar mandi, 364 orang meninggal di tahun 1988 dan 348 orang meninggal di kamar mandi pada tahun 1987 (*CIDEA, 2002; RERC-Aging, 2000*)

Data dari Rumah Sakit Orthopedic (RSO) Dr. Soeharso Surakarta, dilaporkan bahwa jumlah pasien lansia akibat cedera di kamar mandi berkisar 12-15 orang setiap triwulannya. Pasien ini harus menjalani tindakan serta rawat inap di RSO, dengan berbagai jenis cedera yang dialaminya. Pasien yang tidak memerlukan rawat inap jumlahnya lebih besar, terlebih angka kecelakaan di kamar mandi pada lansia yang tidak memerlukan penanganan RSO jumlahnya lebih besar lagi. Cedera di kamar mandi dapat mengakibatkan kematian, seperti yang dialami Pelawak Pak Bendhot, akhir Desember 2001 tersiar di media masa, meninggal karena terjatuh di kamar mandi. Dua rumah sakit lainnya di Surakarta (RS-PKU Muhammadiyah dan RS-Islam Surakarta) membenarkan bahwa pernah beberapa kali terjadi, kematian yang diakibatkan karena pasien terjatuh di kamar mandi. Hal tersebut menunjukkan betapa pentingnya penanganan dan pengkajian masalah yang dihadapi para lansia. Berkenaan dengan perihal tersebut, perlu segera dilakukan penelitian dalam upaya memecahkan permasalahan, khususnya masalah kenyamanan lansia (kemandirian, kelegaan dan efisiensi waktu) dalam beraktivitas di kamar mandi.

14.2 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh perbaikan sarana kamar mandi di Pusat Kegiatan Lansia, terhadap kemandirian, kelegaan dan pengurangan waktu tempuh penghuninya.

14.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah mencari dan menemukan suatu desain kamar mandi yang lebih memberikan keleluasaan gerak, meningkatkan rasa mandiri, aman serta rasa lega kepada para lansia dalam beraktivitas di kamar mandi.

14.4 Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah Quasi Eksperimental dengan rancangan sama subjek (*treatment by subjects design*). Pada penelitian ini direncanakan kelompok kontrol sekaligus merupakan subjek yang akan mendapat perlakuan juga, hanya perlakuannya dilaksanakan pada waktu yang berbeda. Di antara perlakuan pertama dengan perlakuan berikutnya diberikan jarak waktu (*washing out*), dengan maksud untuk menghilangkan pengaruh perlakuan terdahulu agar tidak meninggalkan efek sisa/*residual effect (Arikunto, 1997; Bakta, 1997).* Jumlah sampel dihitung berdasarkan rumus Colton (1974). Dari hasil perhitungan didapatkan jumlah sampel sebesar 13 orang lansia wanita yang masih aktif.

Penelitian ini dilaksanakan di Pusat Kegiatan Lansia *'Aisyiyah*, jalan Pajajaran Utara, Surakarta. Penelitian ini dibagi menjadi dua tahap, tahap 1 dilakukan dari tanggal 30 Maret sampai dengan 12 April 2002. Tahap 2 dari tanggal 11 Mei sampai dengan 20 Mei 2002. Proses pengolahan data akan dilakukan dengan bantuan komputer, penerapan program *SPSS versi 10.0 for windows (Santoso Singgih, 1999).* Dalam proses ini akan dibandingkan hasil nilai rerata antara hasil penelitian sebelum perlakuan dengan hasil setelah perlakuan.

14.5 Kondisi Sarana Kamar Mandi Sebelum dan Sesudah Perbaikan

A. Kamar mandi sebelum perbaikan

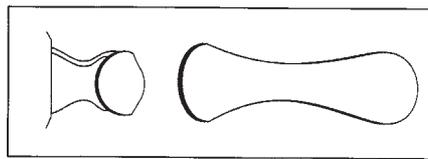
Keadaan kamar mandi sebelum perbaikan adalah sebagai berikut:

1) Handel pintu bertangkai pendek 14 cm, dengan lubang kunci berada di bawah pegangan handel.
2) Kloset jongkok terbuat dari bahan keramik dipasang di atas permukaan lantai dengan ketinggian 6 cm, seolah berfungsi sebagai *blind-step*.
3) Kran berdiameter 0,5" dengan penempatan setinggi 84 cm, handel bertangkai terbuat dari bahan plastik bertekstur.

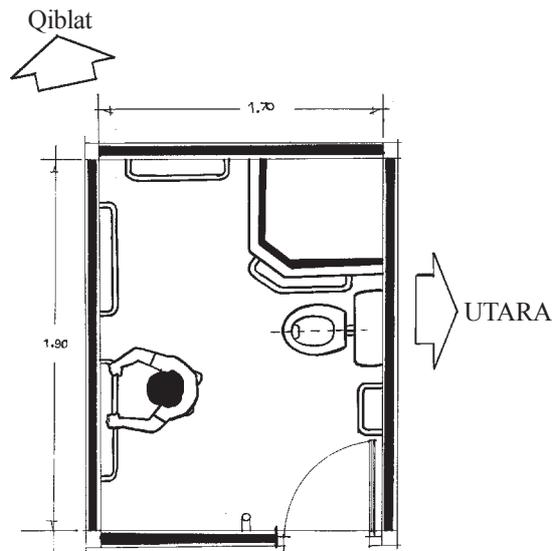
Gambar 14.1 Kamar Mandi Sebelum Dilakukan Perbaikan

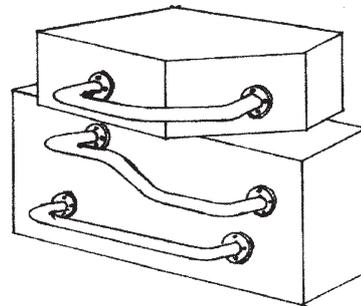
4) Lantai terbuat dari bahan keramik mozaik, dengan kemiringan yang rendah, sehingga beberapa tempat terlihat genangan, setelah lantai terkena siraman air.
5) Di dalam ruangan tidak terdapat pegangan tangan, railling, ataupun gantungan handuk.

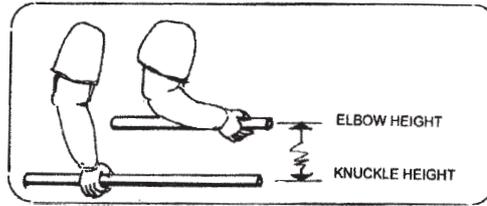
B. Kamar mandi setelah perbaikan

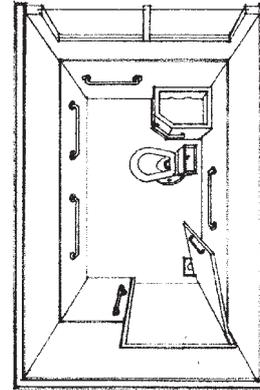
1) Handel pintu bergagang, dengan panjang gagang 16 cm. Sistim penutup dan pengunci pintu tidak dengan anak kunci, tetapi dengan tuas grendel. Hal ini dimaksudkan sebagai langkah penanganan oleh tenaga perawat, apabila terjadi kecelakaan di dalam kamar mandi (gambar 14.2);

Gambar 14.2 Tampak Depan dan Samping Handel Pintu Bergagang

2) Kloset duduk terbuat dari bahan keramik, tanpa tandon air pembilas di bagian belakang. Ketinggian duduk dipasang pada ketinggian 36,7 cm. di atas permukaan lantai, sesuai dengan rerata tinggi *popliteal* lansia penghuni. Arah menghadap kloset tetap seperti arah semula, dengan pertimbangan tidak menghadap atau membelakangi *Qiblat*, hal ini sesuai dengan anjuran/*sunnah* dalam ajaran Agama Islam (gambar 14.3);

3) Kran berdiameter 0,5" dipasang pada ketinggian 78 cm, dengan handel bergagang terbuat dari bahan logam bertekstur;
4) Lantai tetap menggunakan bahan keramik mozaik, ditambahkan celah selokan, sehingga setelah lantai terkena siraman air tidak terlampau lama meng-genang;
5) Di dalam ruangan pada wilayah kering (*space* yang paling sedikit terkena siraman air), dipasang gantungan untuk pakaian dan handuk.

Gambar 14.3 Denah Kamar Mandi Setelah Perbaikan

6) Pegangan Tangan pada :
   - Bagian dinding luar kamar mandi berdekatan dengan handle pintu, dipasang tegak pegangan tangan (*railing)* terbuat dari bahan pipa baja hitam (*black steel*) dengan bahan finishing cat semprot duco. Panjang pipa 70 cm. dipasang pada ketinggian bagian tengah pipa 87,0 cm dari permukaan lantai.
   - Bagian dalam kamar mandi di bagian depan kiri kloset duduk (gambar 6), dipasang pegangan tangan berbentuk 'S'. Diameter pipa disesuaikan dengan rerata genggaman tangan lansia penghuni sebesar 1,0". Bentuk dasar rancangan *railling* dapat dibagi menjadi 3 (tiga) jenis, secara grafis dapat diamati pada gambar 14.4.

Gambar 14.4 Bentuk Dasar Rancangan Railling Kamar Mandi

   - Ketinggian *hand railling* pada dinding kamar mandi, didasarkan pada tinggi rerata antara *knuckle height* dan *elbow height (Grandjean, 1998; RERC-Aging, 2000).* Secara grafis dapat dilihat pada gambar 14.5.

Gambar 14.5 Tinggi Perletakan Railing Rancangan

➢ Pandangan perspektif aksonometri dari rancangan perbaikan kamar mandi, dapat diperlihatkan seperti pada gambar 14.6 di bawah ini :

Gambar 14.6 Rancangan Perbaikan Kamar Mandi

14.6 Hasil Penelitian

14.6.1 Antropometri dan Karakteristik Fisik Subjek

Hasil analisis statistik deskriptif yang meliputi rerata, standar deviasi dan rentangan antropometri dan karakteristik fisik subjek disajikan pada tabel 14.1

Tabel 14.1 Data Antropometri Lansia Wanita di Pusat Kegiatan Lansia.

No.	Variabel	N	Rerata	SD	Rentangan
1	Umur (tahun)	13	71,5	4,9	64 - 79
2	Berat badan (kg)	13	46,2	9,2	29,0 - 58,50
3	Tinggi badan (cm).	13	140,3	7,2	129,40 - 155,0
4	Tinggi bahu (cm).	13	115,5	6,6	100,1 - 1125,9
5	Tinggi siku (cm).	13	87,1	5,2	79,7 - 99,11
6	Tinggi knuckle (cm).	13	56,9	12,5	32,1 - 89,2
7	Tinggi popliteal (cm).	13	39,4	5,5	35,6 - 56,8
8	Jarak raih tangan (cm).	13	61,1	2,2	58,4 - 65,0
9	Diameter lingkar genggaman (inch).	13	1,2	0.08	1,1 - 1,5

14.6.2 Hasil Pengamatan Gerak-Waktu Lansia di Kamar Mandi .

Dari hasil pengamatan di lapangan, foto dan rekaman cc-TV terhadap aktivitas subjek di sekitar dan dalam kamar mandi, dapat diamati beberapa jenis hambatan lansia dalam beraktivitas. Jenis hambatan gerak yang dirasakan subjek diantaranya adalah:

1) hambatan gerak tahap pertama, subjek menemui kesulitan berjalan tanpa berpegangan pada dinding atau bidang di sekitar tempat dilakukan aktivitas (gambar 14.7).

Gambar 14.7 Hambatan Gerak Tahap Pertama

2) hambatan gerak tahap kedua, subjek menemui kesulitan dalam menjaga keseimbangan tubuh dan berjalan tanpa mempergunakan tongkat atau alat bantu jalan (gambar 14.8).

Gambar 14.8 Hambatan Gerak Tahap Kedua

3) hambatan gerak tahap lanjut, subjek tidak mampu berjalan dan beraktivitas tanpa bantuan dari orang lain (gambar 14.9).

Gambar 14.9 Hambatan Gerak Tahap Lanjut

14.6.3 Hasil Pengukuran Kemandirian, Kelegaan dan Waktu Beraktivitas Lansia di Kamar Mandi

1) Pengaruh Perbaikan Sarana Kamar Mandi secara Keseluruhan terhadap Kemandirian, Kelegaan dan Waktu Beraktivitas Lansia.

Tabel 2 Hasil Pengukuran Kemandirian, Kelegaan dan Pengurangan Waktu pada Lansia .

No	Variabel	Perlakuan				p- value
		Sebelum (P_0)		Sesudah (P_1)		
		Rerata	SD	Rerata	D	
1	Kemandirian	37,08	6,61	45,62	5,79	0,000
2	Kelegaan	36,15	5,23	45,54	3,97	0,000
3	Pengurangan Waktu	4,23	1,20	3,25	0,71	0,000

Keterangan:

p-value : *signifikansi antara kedua perlakuan dengan uji t-paired, pada tingkat kemaknaan (α = 0,05)*

2) Pengaruh Perbaikan Handel Pintu Kamar Mandi terhadap Kemandirian, Kelegaan dan Waktu Beraktivitas Lansia.

Tabel 14.3 Hasil Pengukuran Pengaruh Perbaikan Handel Pintu terhadap Kemandirian, Kelegaan dan Pengurangan Waktu pada Lansia.

No	Variabel	Perlakuan				*p- value*
		Sebelum (P_0)		Sesudah (P_1)		
		Rerata	SD	Rerata	SD	
1	Kemandirian	4,61	1,26	5,77	0,60	0,007
2	Kelegaan	6,23	1,36	7,69	0,48	0,002
3	Pengurangan waktu	2,66	0,70	1,82	0,30	0,000

Keterangan:

p-value : *signifikansi antara kedua perlakuan dengan uji t-paired, pada tingkat kemaknaan (α = 0,05)*

3) Pengaruh Perbaikan Kloset Kamar Mandi terhadap Kemandirian dan Kelegaan Lansia.

Tabel 14.4 Hasil Pengukuran Pengaruh Perbaikan Kloset terhadap Kemandirian dan Kelegaan pada Lansia.

No	Variabel	Perlakuan				*p- value*
		Sebelum (P_0)		Sesudah (P_1)		
		Rerata	SD	Rerata	SD	
1	Kemandirian	3,85	0,89	5,46	0,77	0,000
2	Kelegaan	2,38	0,65	3,69	0,48	0,000

Keterangan:

p-value : *signifikansi antara kedua perlakuan dengan uji t-paired, pada tingkat kemaknaan (α = 0,05)*

4) Pengaruh Perbaikan Railling Kamar Mandi terhadap Kemandirian dan Kelegaan Lansia.

Tabel 14.5 Hasil Pengukuran Pengaruh Penggunaan Railling terhadap Kemandirian dan Kelegaan pada Lansia.

No	Variabel	Perlakuan				*p- value*
		Sebelum (P_0)		Sesudah (P_1)		
		Rerata	SD	Rerata	D	
1	Kemandirian	4,00	1,08	5,00	1,35	0,002
2	Kelegaan	6,54	1,13	9,23	1,09	0,000

Keterangan:

p-value : *signifikansi antara kedua perlakuan dengan uji t-paired, pada tingkat kemaknaan (α = 0,05)*

14.7 Pembahasan

Berdasarkan analisis hasil penelitian tentang pengaruh perbaikan fasilitas kamar mandi yang dipergunakan oleh Lansia dapat dibahas sebagai berikut:

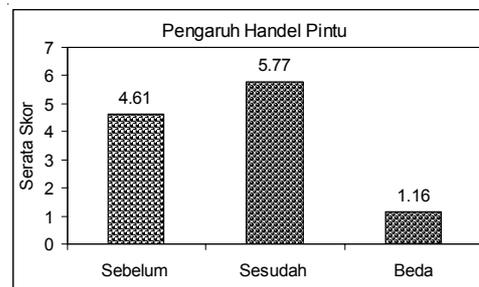
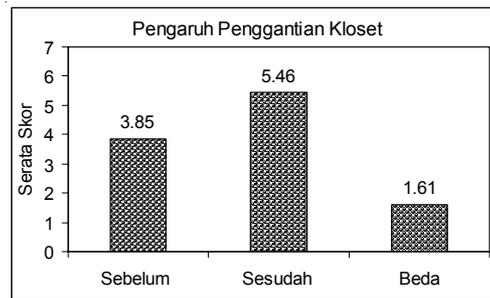
14.7.1 Karakteristik Fisik Subjek

Hasil analisis statistik deskriptif yang meliputi rerata, standar deviasi dan rentangan dari variable berat badan dan tinggi badan. Ke-13 subjek memiliki rerata umur 71,5 ± 4,9 tahun dengan rentang umur antara 64 - 79 tahun. Menurut Manuaba (1998), Morris (1996) dan Grandjean (1993) bahwa pada umumnya seseorang dengan usia di atas 60 tahun, kapasitas fisiknya akan menurun 25% yang ditandai dengan penurunan kekuatan otot, sedang kemampuan sensoris dan motorisnya turun sebesar 60%.

Dengan rerata tinggi badan 140,3 ± 7,2 cm, hampir ke semua subjek mengalami pebengkokan tulang belakang atau bongkok. Ukuran tubuh lansia telah terjadi penyusutan ukuran tinggi badannya lebih kurang 5% dibanding sewaktu berumur 20 tahun. Hal ini disebabkan oleh banyak faktor di antaranya:

- bongkok dan pembengkokan tulang belakang karena proses penuaan;
- perubahan tulang rawan dan persendian menjadi tulang dewasa; dan
- perubahan susunan tulang kerangka pembentuk tubuh karena proses penuaan, dan akibat penyakit lain yang diderita (Tilley, 1993; Samekto & Pranarka, 1999).

14.7.2 Kemandirian

Dari hasil analisis data objektif dan subjektif pada aspek kemandirian, dengan mengganti handel pintu menjadi bentuk bergagang, mengakibatkan peningkatan skor sebesar 1,16 (25,16%). Dari P0 adalah 4,61 ± 1,26 dan pada P1 adalah 5,77 ± 0,60. Nilai *p-value* 0,007, sehingga peningkatan karena intervensi penggantian handel pintu, sangat bermakna. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya bahwa handel pintu bergagang memudahkan lansia membuka pintu (Hadi Solichul; dkk, 2001). Dari penelitian tersebut dinyatakan bahwa dengan digunakannya handel bergagang, kejadian lansia yang 'terkunci' di dalam kamar mandi tidak terjadi lagi. Handel pintu bergagang memiliki manfaat lain, yaitu berfungsi sebagai pegangan tangan saat lansia masuk dan ke luar dari kamar mandi. Secara grafis dapat digambarkan dalam gambar 14.9 sebagai berikut.

Gambar 14.9. Grafik Perbedaan Pengaruh Perbaikan Handel Pintu terhadap Kemandirian Lansia

Gambar 14.10. Grafik Perbedaan Pengaruh Perbaikan Kloset terhadap kemandirian Lansia

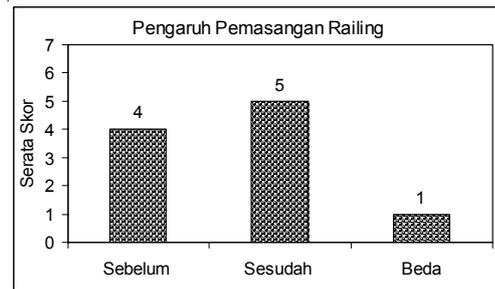
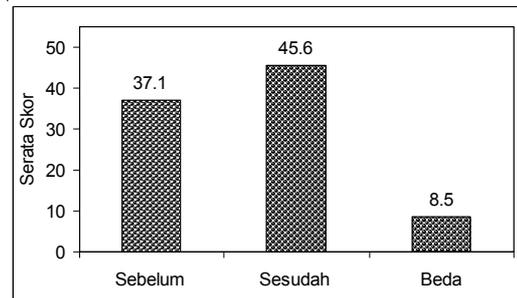
Pengaruh penggantian kloset jongkok menjadi kloset duduk, dari tinjauan kontribusi pada aspek kemandirian, skor rerata P0 adalah 3,85 ± 0,89 dan pada P1 adalah 5,46 ± 0,77. Telah terjadi peningkatan persentase kemandirian akibat penggantian kloset sebesar 1,61 (41,82 %), dengan nilai *p-value* 0,000 (sangat signifikan). Dari pengamatan di lapangan dengan cc-TV, dapat dilihat bahwa penggunaan kloset jongkok menimbulkan banyak sikap paksa pada lansia penggunanya. Untuk dapat jongkok dan tetap menjaga kestabilannya, lansia harus berpegangan pada dinding bak air. Sehingga sewaktu buang hajat, subjek lebih sering terlihat menghadap ke arah bak air. Pada posisi jongkok subjek akan sulit meraih dan mengangkat gayung dan mengambil air dari bak dengan mudah. Setelah dilakukan intervensi, berbagai kesulitan yang ditemui sebelumnya tidak ada lagi. Dalam sajian grafis dapat dilihat pada gambar 14.10

Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Sajiyo (2001) tentang analisis aktivitas dalam posisi jongkok dan setengah berdiri. Bahwa aktivitas yang dilakukan dengan posisi jongkok ataupun setengah berdiri menimbulkan reaksi dan momen gaya yang besar, terutama pada tulang punggung bagian bawah (pinggul) dan lutut. Untuk memperkecil atau menghilangkan momen tersebut, disarankan untuk berativitas dengan posisi duduk.

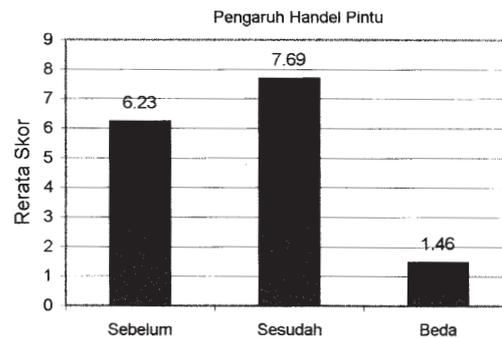
Dengan pemasangan railing di luar dan dalam kamar mandi telah meningkatkan kemandirian lansia. Dapat dijelaskan bahwa skor rerata P0 adalah 4 ± 1,08, pada P1 adalah 5 ± 1,35 dan telah terjadi peningkatan sebesar 1 (25%) dan secara statistik signifikansi. Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa, penggunaan railing meningkatkan kemandirian lansia untuk masuk dan keluar dari kamar mandi. Gemetaran pada kaki karena perasaan khawatir, tidak tampak lagi setelah digunakannya railing pada dinding di luar dan dalam kamar mandi. Manfaat lain juga dirasakan para perawat jaga, kebiasaan untuk mengantar lansia dan menjemput dari kamar mandi juga berkurang.

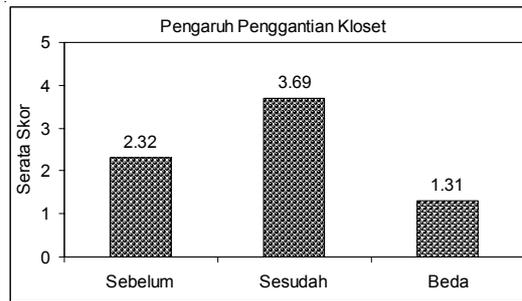
Hal ini sesuai dengan hasil penelitian-penelitian sebelumnya, bahwa railing akan berfungsi seperti pengungkit dan stabilisator gerakan tubuh manusia. Dengan memanfaatkan railing sebagai pengungkit gerakan tubuh akan menurunkan kebutuhan energi kinetis yang harus dikeluarkan (Santosa Hadi, dkk., 2001). Dalam

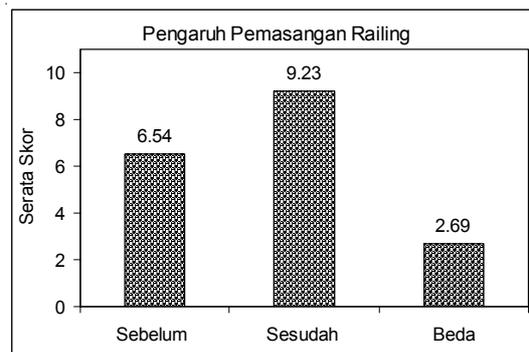
sajian grafis dapat dilihat pada gambar 14.11

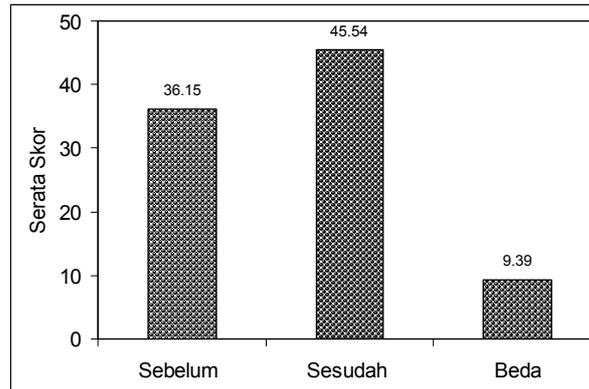
Dari uraian perbaikan fasilitas kamar mandi secara keseluruhan yang dilakukan, jumlah skor check list kemandirian pada perlakuan sebelum intervensi P0 adalah 37,08 ± 6,61 dan pada P1 adalah 45,62 ± 5,79 sehingga terjadi peningkatan sebesar 8,54 (23,03%) dan signifikan secara statistik ($p<0,05$). Dari perbaikan yang dilakukan terlihat manfaatnya, di antaranya meningkatnya kemandirian subjek yang ditandai dengan tangan yang tidak meraba-raba dinding, berkurangnya kaki yang gemetaran sewaktu melangkah dan pergerakan yang lebih mantap di dalam kamar mandi. Sedang dalam penyajian bentuk grafis dapat dilihat pada gambar 14.12

Gambar 14.11 Grafik Perbedaan Pengaruh PemasanganRailling terhadap Kemandirian Lansia

Gambar 14.12 Grafik Perbedaan Rerata Total Skor Kemandirian Lansia dalam Penggunaan Kamar Mandi

14.7.3 Kelegaan

Dengan mengganti handel pintu menjadi bentuk bergagang, mengakibatkan peningkatan skor kelegaan sebesar 1,46 (23,43%). Dari P0 adalah 6,23 + 1,36 dan pada P1 adalah 7,69 + 0,48. Nilai p-value 0,002 (<0,05), sehingga peningkatan karena intervensi penggantian handel pintu, bermakna. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya bahwa handel pintu bergagang memudahkan lansia membuka pintu (Hadi Solichul; dkk, 2001). Hasil penelitian ini juga dikuatkan oleh subjek, bahwa lansia akan lebih mudah membuka dan menutup pintu. Dalam sajian grafis dapat dilihat seperti gambar 14. 13

Gambar 14.13 Grafik Perbedaan Pengaruh Perbaikan Handel Pintu terhadap Kelegaan Lansia

Pengaruh pengubahan kloset jongkok menjadi kloset duduk dari tinjauan kontribusi pada aspek kelegaan, skor rerata P0 adalah 2,38 ± 0,65 dan pada P1 adalah 3,69 ± 0,48. Telah terjadi peningkatan prosentase kemandirian akibat penggantian kloset sebesar 1,31 (55,04 %), dengan nilai *p-value* 0,000 (signifikan). Hasil wawancara tentang perbaikan kloset menjadi tipe duduk, semua subjek berpendapat bahwa dengan kloset duduk tidak menimbulkan lagi rasa nyeri pada tungkai, lutut dan kedua tangan tidak perlu lagi berpegangan pada dinding bak air. Dalam sajian grafis dapat dilihat seperti gambar 14.14

Gambar 14.14 Grafik Perbedaan Pengaruh Perbaikan Kloset terhadap Kelegaan Lansia

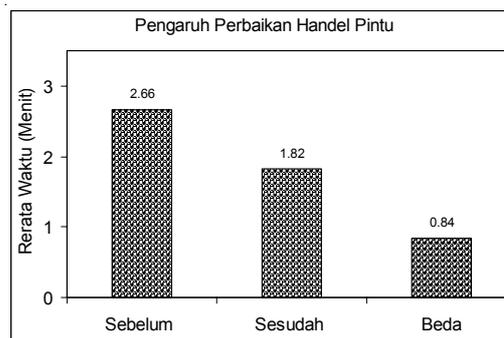
Dari hasil analisis data objekti-kan perasaan khawatir lansia. Dengan berpegangan pada railing, gerak tubuh lansia saat masuk dan keluar kamar mandi menjadi lebih mudah. Pemasangan railing di depan kloset, memudahkan lansia dalam 'menahan dan mengangkat' tubuhnya sewaktu akan duduk dan berdiri dari kloset (Kroemer, 1994). Dalam sajian grafis dapat dilihat seperti gambar 14.15

Gambar 14.15 Grafik Perbedaan Pengaruh Pemasangan Railling terhadap Kelegaan Lansia

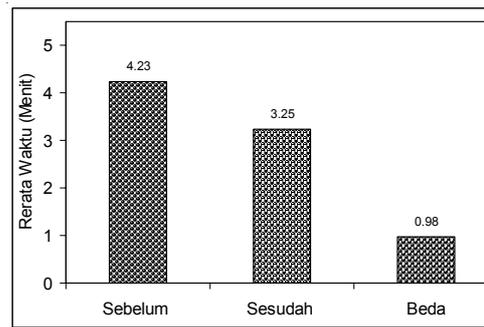
Dari uraian perbaikan fasilitas kamar mandi secara keseluruhan yang dilakukan, jumlah skor check list kelegaan terdapat peningkatan sebesar 9,39 (25,98%). Skor pada perlakuan sebelum intervensi P0 adalah 36,15 + 5,23 dan pada P1 adalah 45,54 + 3,97. Dengan nilai p-value 0,000 (<0,05), peningkatan akibat intervensi perbaikan di kamar mandi, bermakna meningkatkan kelegaan lansia penggunannya. Pada observasi lapangan yang dilakukan 2 tahap, terbukti bahwa intervensi yang dilakukan mampu meningkatkan kemudahan beraktivitas, keseimbangan, rasa aman dan keleluasaan gerak lansia penggunanya. Subjek merasa lebih ringan bebannya dalam melakukan aktivitasnya di kamar mandi, rasa nyaman dalam penggunaan kamar mandi setelah perbaikan. Dalam penyajian bentuk grafis, jumlah skor pada setiap perlakuan dapat dilihat pada gambar 14. 16

Gambar 14.16 Grafik Perbedaan Rerata Total Skor Kelegaan Lansia dalam Penggunaan Kamar Mandi

PERBAIKAN SARANA KAMAR MANDI

14.7.4 Pengukuran Waktu Beraktivitas

Pada pengukuran pengurangan waktu, hanya dilakukan pencatatan waktu pada pengaruh penggunaan handel pintu sebelum dan sesudah perbaikan. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan, pencatatan pengaruh perbedaan waktu akibat perbaikan kloset dan railing pada penggunaan kamar mandi sukar dilakukan. Pencatatan pengaruh handel pintu pada perbedaan waktu penggunaan, dilakukan dengan pengukuran waktu dimulai saat membuka pintu, masuk ke kamar mandi dan menutup pintu, sebelum (P_0) dan sesudah (P_1) dilakukan perbaikan.

Dari hasil analisis data objektif dan subjektif pada pengurangan waktu, dengan penggantian handel pintu menjadi bentuk bergagang, mengakibatkan pengurangan waktu sebesar 1,46 menit (23,43%). Dari P0 adalah 2,66 ± 0,70 menit dan pada P1 adalah 1,82 + 0,30 menit. Nilai p-value 0,000 (<0,05), sehingga peningkatan karena intervensi penggantian handel pintu, sangat bermakna. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya bahwa handel pintu bergagang memudahkan lansia membuka pintu (Hadi Solichul; dkk, 2001). Secara grafis dapat disajikan dalam gambar 14.17

Gambar 14.17 Grafik Perbedaan Pengaruh Perbaikan Handel Pintu terhadap Pengurangan Waktu Beraktivitas Lansia

Dari uraian perbaikan beberapa fasilitas kamar mandi yang dilakukan, jumlah pengurangan waktu terdapat peningkatan sebesar 0,98 menit (23,17%). Waktu pada perlakuan sebelum intervensi P0 adalah 4,23 ± 1,20 menit dan pada P1 adalah 3,25 ± 0,71 menit. Dengan nilai p-value 0,000 (<0,05), peningkatan akibat intervensi perbaikan di kamar mandi, sangat bermakna menurunkan waktu tempuh lansia penggunanya. Dalam penyajian bentuk grafis dapat dilihat pada gambar 14.18.

Gambar 14. 18 Grafik Perbedaan Rerata Total Skor Pengurangan Waktu Beraktivitas dalam Penggunaan Kamar Mandi

PERBAIKAN SARANA KAMAR MANDI

14.8 Simpulan

Dari uraian seperti tersebut dalam pembahasan di depan, dapat disimpulkan berikut ini.

1. Perbaikan handel pintu, kloset dan penambahan railing (P_1) meningkatkan kemandirian sebesar 23,03% pada lansia, peningkatan ini signifikan dibandingkan dengan keadaan sebelum dilakukan perbaikan (P_0).
2. Perbaikan handel pintu, kloset dan penambahan railing (P_1) meningkatkan kelegaan sebesar 25,98% pada lansia, peningkatan ini signifikan dibandingkan dengan keadaan sebelum dilakukan perbaikan (P_0) dan
3. Perbaikan handel pintu, kloset dan penambahan railing (P_1) menurunkan waktu tempuh sebesar 23,17% pada lansia, peningkatan ini signifikan dibandingkan dengan keadaan sebelum dilakukan perbaikan (P_0)

14.9 Saran

Sesuatu yang dapat disarankan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengurangi kemungkinan bertambahnya angka cedera lansia di kamar mandi, perlu kiranya kamar mandi disesuaikan dengan keterbatasan dan karakateristik fisik lansia. Yaitu dengan penambahan handel pintu bergagang, kloset duduk dan railing.
2. Menginformasikan kepada masyarakat umum tentang perlunya penyesuaian peralatan kamar mandi yang dipergunakan oleh lansia. Terutama rumah tinggal yang dihuni hanya oleh lansia saja.
3. Mengingat tingginya angka kecelakaan pada lansia, Pemerintah perlu mensosialisasikan program peningkatan keselamatan dan kesejahteraan bagi lansia. Terutama yang menyangkut peningkatan keselamatan terutama di kamar mandi dalam rumah tangga.

14.10 Kepustakaan

Arikunto, Suharsimi; 1997. Prosedur Penelitian, Suatu Pendekatan Praktek, Rineka Cipta, Jakarta: 5-12, 84-85, 120-128.

Astawan, Made; Wahyuni, M., 1988. Gizi dan Kesehatan MANULA (Manusia Usia Lanjut). PT. Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta: 2-15.

Bakta, I M., 1997, Rancangan Penelitian. Seminar Sehari Tentang Metodologi Penelitian. Fakultas Kedokteran Universitas Udayana, Denpasar.

Bathing, 1998. Safety in the Bathroom, http://cat.buffalo.edu/rerc-aging/rerca-benches.html; 22 Desember 2001.

CIDEA (Center for Inclusive Design & Environmental Access), 2002. Bathing for Older People with Disabilities, http://design6.ap.buffalo.edu/~idea/publications/free_pubs/pubs_bathing.html, 19 Februari 2002.

Grandjean, E. 1993. Fitting the Task to the Man, Taylor & Francis, London.

Hadi S; Anis, M. & Etika. 2001. Handle Pintu Bergagang Paling Sesuai untuk Manula (Telaah di Pusat Kegiatan Lansia 'Aisyiyah, Solo). Pertemuan Ilmiah Nasional Perhimpunan Ahli Anatomi Indonesia dan Seminar Nasional XII Ikatan Ahli Ilmu Faal Indonesia, 27 dan 28 Oktober 2001, Batu-Malang, Malang: 32.

Kroemer, KHE, 1994, Ergonomics How to Design for Ease and Efficiency. Prentice Hall International, Inc., New Jersey:351-635.

Manuaba, A. 1998. Bunga Rampai Ergonomi Volume 1, Kumpulan Artikel, Universitas Udayana, Denpasar:24-25.

Morris & Virginia, 1996, A Complete Guide: How to Care for Aging Parents, Workman Publishing, New York.

Rabbitt, P.M.A. & Carmichael, A. 1994, Work and Aging a European Perspective: Designing Communications and Information Handling System for Eldery and Disable Users, Health, Taylor & Francis, London:185-193.

Sajiyo, H., 2001. editor: M. Sutajaya, Analisis Posisi Kerja dan Pengaruhnya terhadap Reaksi dan Momen Gaya pada Titik Tumpuan Beban, National-International Seminar in Ergonomic- Sport Physiology, Bali, July 11-12, 2001, Udayana University Press (173-187).

Samekto, Widiastuti M. & Pranarka, K. 1999. Geriatri (Ilmu Kesehatan Usia Lanjut): Sindroma Serebral, edt.Darmojo Boedhi, Balai Penerbit, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta:116-123.

Santosa, H., Paulina I.S.R. dan Yong K.S., 2001. editor: M. Sutajaya, Analisa Momen Gaya dan Beban pada Gerakan Lifting, National-International Seminar in Ergonomic- Sport Physiology, Bali, July 11-12, 2001, Udayana University Press: 267-272.

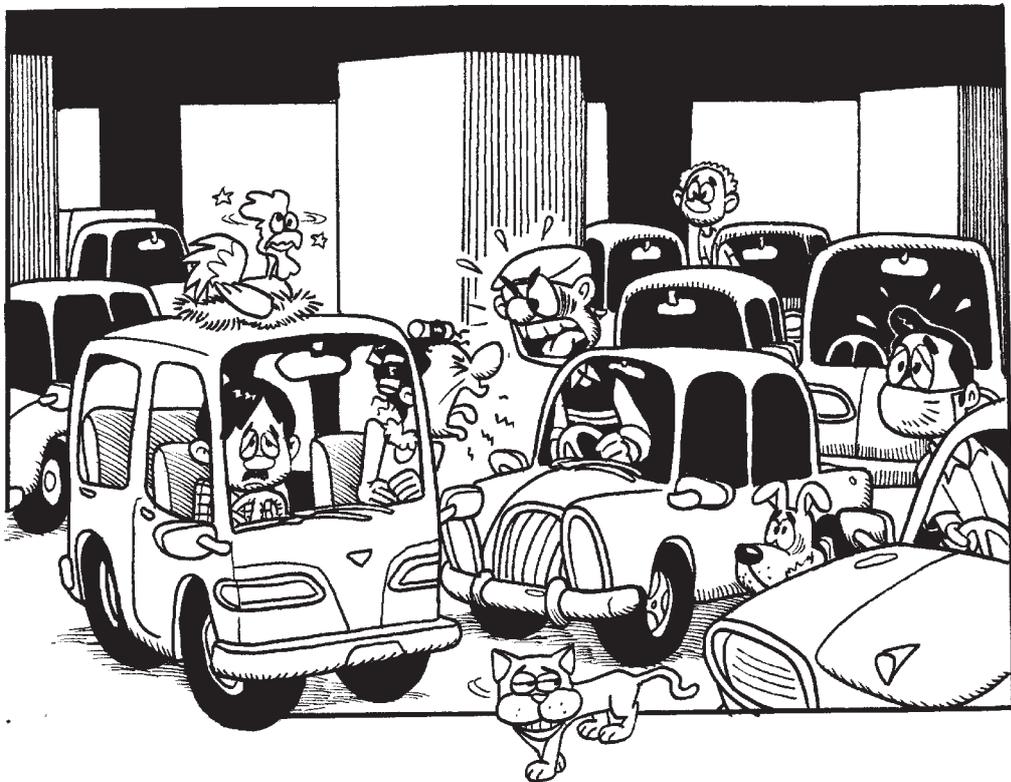
Santoso, S. 1999. SPSS Mengolah Data Statistik Secara Profesional, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.

Tilley, A.R, 1993. The Measure af Man and Woman, Henry Dreyfuss Associates, New York: 33-50.

BAGIAN IV

Pada bagian keempat dari buku kajian ergonomi ini, difokuskan pada hasil survei atau studi ergonomi di lapangan. Pada bagian ini, dibahas berbagai hasil penelitian ergonomi dengan menggunakan rancangan penelitian studi kasus dari hasil pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan serta hasil pengisian kuesioner atau wawancara dengan subjek penelitian. Hasil-hasil penelitian yang diangkat di antaranya adalah analisis desain alat dan sarana kerja, hasil survei kualitas udara, analisis sistem manusia-mesin dalam suatu pekerjaan, analisis aktivitas angkat angkut, pengaruh pemaparan kebisingan dan mikroklimat, kajian ergonomi untuk kenyamanan lansia, dan lain sebagainya. Laporan hasil studi ergonomi ini, dimaksudkan untuk memberikan gambaran bahwa masih banyak masalah-masalah ergonomi disekitar kita yang harus dipecahkan, dalam upaya meningkatkan kenyamanan, kesehatan, keselamatan dan kesejahteraan untuk mencapai kualitas hidup yang lebih baik.

BAB 15

Survei Kualitas Udara di Basemen Hotel

15.1 Latar Belakang

Industri pariwisata telah berkembang dengan pesat, maka kita dituntut untuk mempersiapkan diri dalam menghadapi kemajuan industri pariwisata tersebut dan berusaha untuk menjadi tuan rumah yang baik dalam menyediakan segala fasilitas yang diperlukan oleh para wisatawan. Di antara berbagai fasilitas yang diperlukan untuk mendukung pariwisata dalam menjamu wisatawan adalah ketersediaan hotel-hotel yang mencukupi baik dari segi kualitas maupun kuantitasnya. Pada saat ini, khususnya di daerah Badung dan Denpasar telah tersedia cukup banyak hotel mulai dari hotel melati sampai dengan hotel bintang lima. Dalam hal pembangunan hotel-hotel tersebut ternyata telah banyak menghabiskan lahan, sehingga tidak jarang hotel yang tidak mempunyai cukup halaman, bahkan banyak di antara hotel yang membangun ruang basemen sebagai suatu fungsi bangunan. Pilihan untuk membangun basemen tersebut ternyata sering berdampak kepada biaya operasional yang tinggi. Di antaranya adalah tidak memungkinkan untuk mengupayakan sirkulasi udara secara alamiah yang menyebabkan tingginya biaya operasional. Bangunan basemen tersebut ada yang difungsikan sebagai tempat parkir, tetapi ada pula yang dimanfaatkan sebagai ruang kerja perkantoran, *kitchen, laundry*, dll.

Sistem ventilasi yang tidak tepat dapat menyebabkan ketidaknyamanan dan bahkan dapat menurunkan kondisi kesehatan karyawan. Suplai udara segar yang kurang, penyaringan polutan udara luar yang tidak efektif, serta gerakan sirkulasi udara dalam ruangan yang terlalu kecil adalah sebagian besar masalah yang berkaitan dalam sistem ventilasi (Soedirman, 1991). Kaitanya dengan ventilasi dan polusi udara dalam ruangan, Grandjean (1993) menyatakan bahwa udara di dalam suatu ruangan dapat mengalami perubahan dengan beberapa cara yang disebabkan oleh karena; pelepasan bau, pembentukan uap air, pelepasan panas, produksi karbon dioksida (berasal dari tubuh manusia itu sendiri) dan polusi udara baik dari luar maupun dari aktivitas dalam ruangan itu sendiri.

Untuk dapat memberikan pemecahan masalah pada sistem ventilasi dan kondisi kualitas udara di ruang basemen hotel tersebut, perlu dilakukan survei pendahuluan terhadap kondisi awal. Upaya ini dilakukan melalui observasi dan pengukuran berbagai parameter kualitas udara dan mikroklimat serta wawancara dengan karyawan di basemen.

15.2 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengidentifikasi masalah-masalah ergonomi yang berkaitan dengan kualitas udara, mikroklimat dan sistem ventilasi di basemen hotel.
2. Untuk mengetahui pengaruh kualitas udara, mikroklimat dan sistem ventilasi di basemen terhadap kenyamanan dan gangguan kesehatan karyawan.
3. Untuk mencari alternatif pemecahan masalah dalam upaya meningkatkan kenyamanan kerja dan mengurangi gangguan kesehatan melalui pendekatan ergonomi.

15.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Diperoleh data tentang kualitas udara, mikroklimat dan sistem ventilasi di basemen hotel.
2. Diperoleh gambaran tentang pengaruh kualitas udara, mikroklimat dan sistem ventilasi terhadap kenyamanan dan gangguan kesehatan karyawan di basemen.
3. Dapat menentukan langkah-langkah perbaikan terhadap sistem ventilasi dalam upaya meningkatkan kenyamanan dan kesehatan kerja bagi karyawan di basemen hotel.

15.4 Metode Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ' *Case Study Design'* (Tjokronegoro dan Sudarsono, 1985). Daftar pertanyaan dengan dua skala likert (ya/tidak) berkaitan dengan kenyaman ruangan dan keluhan gangguan kesehatan dan kenyamanan diberikan kepada 12 karyawan personalia yang bekerja di basemen. Kemudian dilakukan observasi untuk mendapatkan data tentang kondisi kerja, dan sistem ventilasi yang digunakan. Selanjutnya dilakukan pengukuran lingkungan kerja di ruangan basemen dan sebagai pembanding dilakukan pengukuran pada dua lokasi yaitu *executive room* (floor 3rd) dan *out door*. Parameter-parameter yang diukur meliputi kadar oksigen (O_2), karbon dioksida (CO_2), karbon monoksida (CO), formaldehid, partikel debu (*respirable dust*) dan mikroklimat. Teknik pengambilan sampel kualitas udara adalah *midget impinger absorbtion*. Waktu pengambilan sampel gas di udara pada masing-masing lokasi adalah selama 60 menit dengan kecepatan hisap udara (f*low rate*) sebesar 0,2 l/min. Sedangkan mikroklimat diukur dengan metode pembacaan langsung dengan *questemp-heat stress monitor* pada beberapa lokasi yang telah ditentukan.

15.4.1 Alat Pengambil Data

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian dan metode analisis sampel adalah sebagai berikut.

Tabel 15.1. Alat Pengambil Data dan Metode yang Digunakan dalam Analisis Data

No	Parameter Uji	Metode	Nama Alat	Ketelitian
1	Temperatur udara	Pembacaan langsung	Questemp JH 302000X	0,1 °C
2	Kelembaban	Tabel psycho-meter	Questemp JH 302000X	1%
3	Kecepatan udara	Pembacaan langsung	Airflow TA 2-30/6 K	0,01 m/det
4	Partikel debu	Gravimetric	SKC-collecting equipment mini pump cyclone filter 225-01-02	0,01 mg/m^3
5	Gas CO, O_2, CO_2, dan formal dehid	Midget Impinger absorbtion	Spectronic 20, vacum pump gas collector.	0,1ppm

15.4.2 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis sebagai berikut.

1. Hasil pengukuran kondisi lingkungan fisik ditabulasi dalam bentuk tabel dan dibandingkan dengan standar yang berlaku.
2. Hasil pengukuran kondisi lingkungan kimia, dianalisis di laboratorium dan hasilnya dibandingkan dengan standar yang berlaku.
3. Perbedaan denyut nadi (istirahat dan kerja) diuji dengan *t-paired test* pada tingkat kemaknaan (α = 0,05). Hasil penghitungan denyut nadi sebagai indikator beban kerja dibandingkan dengan kategori beban kerja dari Grandjean (1993).
4. Hasil observasi dan identifikasi dianalisis secara deskriptif.
5. Hasil wawancara dengan tenaga kerja ditabulasi dan dianalisis secara deskriptif (persentase).

15.5 Hasil Penelitian

Dari observasi dan pengujian di tempat kerja basemen hotel serta wawancara dengan subjek hasilnya dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Hasil pengujian mikroklimat pada berbagai lokasi di basemen dan lokasi lain sebagai kontrol disajikan pada tabel 15.2.

Tabel 15.2. Hasil Pengujian Suhu Basah, Suhu Kering, Kelembaban dan Kecepatan Udara di Ruangan Kerja Besemen.

LOKASI	MIKROKLIMAT			
	Ta (^oC)	Tb (^oC)	RH (%)	V (m/det)
Personalia 1 *(Basement floor)*	29,0	23,5	72	<0,04
Personalia 2 *(Basement floor)*	27,6	23,0	77	<0,04
Personalia 3 *(Basement floor)*	29,0	23,0	68	<0,04
Executive Room *(Floor 3^{rd})*	24,9	20,1	73	0,12-0,15
Outdoor	32,7	27,7	78	0,44-1,32

Keterangan: *Ta: suhu kering* *RH: kelembaban* *ttd.: tidak terdeteksi*
Tb: suhu basah *V: kecepatan aliran udara*

2. Hasil pengujian kualitas udara pada berbagai lokasi di basemen dan lokasi lain sebagai kontrol disajikan pada tabel 15.3.

Tabel 15.3. Hasil Pengujian Kualitas Udara dalam Ruangan Kerja Basemen

LOKASI	KUALITAS UDARA				
	O_2 (%)	CO_2 (ppm)	C0 (ppm)	CHCO (ppm)	DEBU μ g/m^3
Personalia 1 *(Basement floor)*	18,5	1200	<1	ttd	130
Personalia 2 *(Basement floor)*	20	900	<1	ttd	110
Personalia 3 *(Basement floor)*	20,5	775	<1	ttd	100
Executive Room *(Floor 3^{rd})*	20,7	600	ttd	ttd	<50
Outdoor	20,7	350	ttd	ttd	-

Keterangan: ttd : tidak terdeteksi

3. Hasil penghitungan denyut nadi adalah rerata denyut nadi istirahat 79,50 ± 4,53 dpm dan rerata denyut nadi kerja 80,33 ± 3,79 dpm.
4. Hasil pengisian kuesioner tentang gangguan kesehatan yang dirasakan oleh subjek yang bekerja di basemen hotel disajikan pada tabel 15.4.

Tabel 15.4. Gangguan Kesehatan yang Dirasakan oleh Karyawan di Basemen

No.	Gangguan kesehatan	Ya (%)	Tidak (%)
1	Dry/sore throat	58,8	41,2
2	Dry skin	33,3	66,7
3	Skin rashes	0	100
4	Eye irritation	25	75
5	Runny nose	16,7	83,3
6	Stuffy nose	33,3	66,7
7	Breathing difficulties	41,2	58,8
8	Chest tightness	41,2	58,8
9	Headache	75	25
10	Dizziness	83,3	16,7
11	Nausea	0	100
12	Drowsiness	83,3	16,7
13	Lethargy	83,3	16,7
14	Backache	8,3	91,7
15	Aches in arms	8,3	91,7
16	Chest pain	33,3	66,7

5. Hasil pengisian kuesioner tentang kondisi lingkungan fisik yang dirasakan oleh subjek yang bekerja di basemen hotel disajikan pada table 15.5.

Tabel 15.5. Kondisi Lingkungan Fisik yang Menyebabkan Ketidak-nyamanan Karyawan di Basemen

No.	Kondisi Ruangan	Ya (%)	Tidak (%)
1	Terlalu kering	41,2	58,8
2	Terlalu lembab	58,8	41,2
3	Terlalu panas	91,7	8,3
4	Terlalu dingin	8,3	91,7
5	Terlalu berasap	0	100
6	Tidak ada gerakan udara	91,7	8,3
7	Terdapat bau tidak sedap	16,7	83,3
8	Terlalu sempit	41,2	58,8

15.6 Pembahasan

15.6.1 Mikroklimat dan Pengaruhnya terhadap Ketidaknyamanan.

Ruang basemen merupakan c*onfined space*, dimana kualitas udara dan mikroklimat dalam ruangan tersebut sangat tergantung pada ventilasi buatan. AC

sentral merupakan sarana ventilasi yang paling mungkin didesain untuk basemen. Defisiensi sistem ventilasi dapat menyebabkan rendahnya kualitas udara dalam suatu ruangan. Untuk negara dengan empat musin, rekomendasi untuk *comfort zone* pada musim dingin adalah suhu ideal berkisar antara 19-23 °C dengan kecepatan udara antara 0,1-0,2 m/det dan pada musim panas suhu ideal antara 22-24 °C dengan kecepatan udara antara 0,15-0,4 m/det serta kelembaban antara 40-60% sepanjang tahun (WHO, 1976; Grandjean, 1993; WHS, 1992; Grantham, 1992; ACGIH, 1995). Sedangkan untuk negara dengan dua musim seperti Indonesia, rekomendasi tersebut perlu mendapat koreksi. Menurut hasil penelitian PUSPERKES (1995), suhu nyaman di dalam ruang kerja untuk orang Indonesia adalah antara 22-26 °C. Dari hasil pengujian mikroklimat pada tiga lokasi basemen (ruang personalia 1,2 dan 3) didapatkan suhu kering cukup tinggi (27,6-29,0 °C), kelembaban antara 68-77% dan hampir tidak ada gerakan udara (<0,04 m/det). Kondisi tersebut ternyata menyebabkan ketidaknyamanan karyawan. Dari hasil wawancara ternyata 91,7% karyawan mengatakan ruang kerja terlalu panas dan tidak terasa adanya gerakan udara dalam ruang kerjanya. Ketidaknyamanan yang disebabkan karena kondisi fisik lingkungan dapat dilihat pada ilustrasi gambar 15.1.

Apabila dibandingkan dengan *executive room* (*Floor 3rd*), dimana kondisi mikroklimat pada ruang tersebut dalam kisaran ideal. Hal tersebut kemungkinan besar disebabkan karena suplai udara segar ke dalam ruangan basemen sangat kurang, sehingga sirkulasi udara tidak dapat berjalan dengan baik.

Gambar 15.1 Kondisi Lingkungan Fisik yang dirasakan oleh Karyawan

Kasus serupa juga banyak ditemukan di negara-negara maju seperti Amerika. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) sejak tahun 1971 telah melakukan *investigasi indoor air quality* lebih dari 500 gedung modern di Amerika. Seperti disajikan pada gambar 15.2, pada lebih dari 50% investigasi, keluhan penghuni gedung disebabkan karena defisiensi sistem ventilasi atau operasi sistem ventilasi tidak dapat berjalan dengan baik.

Gambar 15.2. Faktor-Faktor Kualitas Udara yang Menyebabkan Keluhan Penghuni Gedung

15.6.2 Penilaian Beban Kerja

Berat ringannya beban kerja sangat dipengaruhi oleh jenis aktivitas (beban kerja utama), dan lingkungan kerja (beban tambahan). Menurut Astrand & Rodalh (1977); Suma'mur (1982) dan Grandjean (1993) salah satu pendekatan untuk mengetahui berat ringannya beban kerja adalah dengan menghitung nadi kerja, konsumsi oksigen, kapasitas ventilasi paru atau suhu inti tubuh. Pada batas tertentu ventilasi paru, denyut jantung dan suhu tubuh mempunyai hubungan yang linier dengan konsumsi oksigen atau pekerjaan yang dilakukan. Lebih lanjut Konz (1992) mengemukakan bahwa denyut jantung adalah suatu alat estimasi laju metabolisme yang baik, kecuali dalam keadaan emosi dan vasodilatasi.

Dari hasil penghitungan denyut nadi didapatkan rerata denyut nadi kerja sebesar 80,33 denyut/menit. Berdasarkan rerata denyut nadi kerja tersebut maka beban kerja dalam kategori ringan. Dibandingkan dengan rerata denyut nadi istirahat (79,50 denyut/menit) ternyata hanya terdapat peningkatan denyut nadi sebesar 0,833 denyut/menit atau hanya meningkat sebesar 1,05%. Pada uji statistik dengan *t-paired test* ternyata peningkatan tersebut tidak signifikan (nilai t hitung 1,603 dan p=0,137). Kondisi tersebut kemungkinan besar disebabkan karena pekerjaan di bagian personalia lebih bersifat mental dari pada fisik. Sedangkan penilaian beban kerja yang didasarkan pada penghitungan denyut nadi lebih ditujukan untuk beban kerja fisik. Hasil penelitian ini sama dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sutajaya & Citrawathi (2000), di mana tidak ada perbedaan yang signifikan antara denyut nadi istirahat dan denyut nadi kerja (t hitung 0,750 < *t critical value*) pada mahasiswa yang menggunakan mikroskop di laboratorium.

15.6.3 Penilaian Kadar Oksigen dan Karbon Dioksida pada Ruang Basemen.

Dalam sistem pernapasan, seluruh sel hidup memerlukan oksigen (O_2) dari udara sekitarnya dan mengeluarkan karbon dioksida (CO_2) dan uap air (H_2O)di dalam paru-paru, sehingga setiap orang sangat tergantung pada oksigen untuk hidupnya (McNaught & Callender, 1965; Pearce, 1999). Dalam keadaan normal udara mengan-dung oksigen sekitar 20,9% dan karbon dioksida sekitar 0,03%. Dalam hal demikian, maka kadar oksigen dalam udara harus dijaga jangan terlalu rendah dan kadar karbon dioksida jangan terlalu tinggi. Apabila kadar oksigen dalam udara berkurang atau rendah, maka dapat menyebabkan gangguan kesehatan, seperti hipoksia. Untuk menjaga agar kualitas udara dalam ruangan tetap segar (*air fresh*), Grandjean (1993) merekomendasikan kebu-tuhan udara dan volume udara segar per orang seperti pada tabel 15.6. Apabila kebutuhan udara segar tidak terpenuhi, maka penghuni ruangan akan mulai merasakan ketidaknyamanan tinggal didalamnya.

Tabel 15.6. Rekomendasi Udara Segar dan Volume Udara Per Orang.

Volume Udara Per Orang (m^3)	Udara Segar Per Orang (m^3/jam)	
	Minimum	Dianjurkan
5	35	50
10	20	40
15	10	30

Dari hasil survei, defisiensi sistem ventilasi pada ruang basemen hotel tersebut ternyata juga menyebabkan rendahnya kadar oksigen terutama pada ruang personalia 1 dengan kadar sebesar 18,5%. NIOSH (1984) merekomendasikan kadar minimum O_2 dalam *confined space* adalah 19,5%. Sedangkan karbon dioksida merupakan produk sisa pernapasan. Meskipun gas tersebut tidak termasuk polutan, namun dapat mempengaruhi kenyamanan penghuni gedung. Kadar CO_2 dalam suatu ruangan merupakan indikasi yang tepat untuk mengetahui efektivitas sistem ventilasi. ASHRAE (1989) merekomendasikan maksimum kadar CO_2 untuk ruang kerja perkantoran adalah 1000 ppm. Hasil pengukuran kadar CO_2 pada basemen berkisar antara 775-1200 ppm. Dibandingkan dengan kadar CO_2 di luar gedung (350 ppm) maka kadar CO_2 dalam ruang basemen tersebut cukup tinggi. Kondisi tersebut disebabkan karena pengatur ventilasi yang digunakan adalah AC sentral, dimana suplai udara segar adalah udara sirkulasi, sehingga semakin lama suplai udara digunakan maka kadar O_2 semakin berkurang dan kadar CO_2 semakin tinggi. Kadar O_2 yang rendah dan kadar CO_2 yang cukup tinggi tersebut menyebabkan ruangan terasa pengap dan panas.

Dari hasil pengisian kuesioner tentang gangguan kesehatan bagi karyawan yang bekerja pada basemen hotel akibat kadar O_2 yang rendah dan CO_2 yang tinggi antara lain berupa mudah mengantuk (*drowsiness*), kepala pusing (*Dizziness)* dan badan mudah lelah/lemas (*lethargy*) masing-masing 83,3%, sakit kepala (*headache*) sebesar 75%, tenggorokan kering (dry/sore throat) sebesar 58,8% dan gangguan kesehatan lainnya <50%. Dalam penelitian sebelumnya Hau, (1997) melaporkan bahwa gejala *Sick Building Syndrome* (SBS) dapat muncul pada konsentrasi CO_2 sebesar 600 ppm. Mengingat kadar karbon dioksida pada ketiga ruang basemen tersebut lebih dari 600 ppm, maka patut diduga bahwa gejala SBS juga dialami oleh karyawan yang bekerja pada basemen hotel tersebut. Menurut Lieckfield & Farrar (1991); VWA (1997) gejala SBS antara lain berupa keluhan sakit kepala, pusing, iritasi mata, hidung dan tenggorokan selama di dalam ruangan dan gangguan tersebut akan hilang setelah meninggalkan ruangan.

15.6.4 Penilaian Polusi Udara pada Ruang Basemen.

Bahan-bahan pencemar udara dalam ruangan ber-AC meliputi bahan pencemar biologis (virus, bakteri dan jamur), formaldehid, *volatile organic compounds* (cat, pembersih, kosmetik, bahan bangunan, dll), *combustion products* (CO, NO_2, SO_2) dan partikel debu. Dalam penelitian ini hanya difokuskan pada pencemaran CO, formaldehid dan partikel debu.

Sumber pencemaran CO dalam ruangan basemen kemungkinan besar berasal dari udara luar atau ruangan lain, mengingat di dalam ruangan tidak ada karyawan yang merokok. Hasil pengukuran kadar CO dalam ruangan basemen seluruhnya <1 ppm. Standar untuk kadar gas CO di ruang kerja perkantoran adalah 10 ppm untuk 8 jam kerja (WHO, 1976; SAA, 1980). Sedangkan baku mutu lingkungan untuk kadar CO berdasarkan KEPMEN-KLH: No.02 (1988) adalah 20 ppm. Sehingga apabila kita bandingkan antara hasil pengukuran dan standar yang ada maka kadar CO dalam ruangan tersebut masih di bawah nilai standar. Namun demikian kadar CO harus tetap dijaga mendekati nilai terendah, mengingat bahaya pemaparan gas CO terhadap kesehatan sangat tinggi, khususnya di *cofined space*. Pada penelitian sebelumnya Grandjean (1993) melaporkan bahwa lebih dari 10% subjek yang terpapar gas CO dalam waktu 60 menit mengalami iritasi mata yang sangat berat.

Sumber pencemaran formaldehid dalam ruangan adalah bahan bangunan, insulasi, *furniture* dan karpet. standar maksimum kadar formaldehid untuk ruang kerja perkantoran adalah 0,1 ppm. Pemaparan gas tersebut pada kadar 0,05-0,5 ppm dapat menyebabkan iritasi mata dan saluran pernapasan bagian atas (NH&MRC, 1982). Kadar formaldehid pada seluruh ruangan basemen adalah tidak terdeteksi (ttd).

Partikel debu, khususnya *respirable dust* di samping menyebabkan ketidaknyamanan juga dapat menyebabkan reaksi alergi pada mata, hidung, dan kulit. Pada gedung-gedung perkantoran rerata partikel debu pada ruangan *non-smoking area* adalah 10 $\mu g/m^3$ sedangkan pada *smoking area* berkisar antara 30-100 $\mu g/m^3$ (Lieckfield & Farrar (1991). Standar maksimum partikel debu untuk ruang kerja perkantoran ternyata beragam. WHO (1976) menetapkan rerata kadar debu dalam setahun adalah 40 $\mu g/m^3$ dan kadar maksimum 24 jam adalah 120 $\mu g/m^3$. NH&MRC (1982) menetapkan rerata kadar dalam setahun adalah 90 $\mu g/m^3$. Sedangkan SAA (1980) menetapkan rerata kadar dalam setahun adalah 60 $\mu g/m^3$ dan kadar maksimum 24 jam adalah 150 $\mu g/m^3$. Hasil pengukuran menunjukkan rerata partikel debu pada *basement* adalah antara 100-130 $\mu g/m^3$ dalam 8 jam. Apabila dibandingkan dengan hasil pengukuran di *executive room*, kadar partikel debu di *basement* tersebut ternyata jauh lebih tinggi. Partikel debu tersebut kemungkinan berasal dari dalam dan luar ruangan. Sumber partikel debu dari dalam ruangan kemungkinan berasal dari karpet, kertas atau aktivitas lain. Sedangkan debu dari luar masuk melalui pintu dan AC.

Kadar debu yang cukup tinggi di ruang basemen hotel tersebut ternyata menyebabkan gangguan kesehatan karyawan. Dari hasil pengisian kuesioner tentang gangguan kesehatan didapatkan 58,8% karyawan mengalami gangguan saluran pernapasan, 25% iritasi pada mata, dan 33,3% karyawan mengalami gangguan pada hidung yang kemungkinan penyebabnya adalah partikel debu yang dihirup. Dari hasil pengukuran kualitas udara dan mikroklimat, serta hasil wawancara keluhan gangguan subjektif karyawan di basemen, bahwa sebagian besar karyawan telah mengalami gangguan kesehatan berupa *Sick Building Syndrome* (SBS).

15.7 Simpulan

Dari analisis hasil dan pembahasan tersebut dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Pada ruang basemen hotel telah terjadi defisiensi sistem ventilasi berupa;
   - Mikroklimat; suhu kering cukup tinggi (27,6-29,0°C), kelembaban antara 68-78%, dan hampir tidak ada gerakan udara (<0,04 m/det).
   - Kadar oksigen cukup rendah (18,5%) sedangkan kadar karbon dioksida tinggi (775-1200 ppm).
2. Defisiensi sistem ventilasi tersebut menyebabkan ketidaknyamanan karyawan, di mana sebanyak 91,7% mereka mengeluh bahwa ruang kerjanya terlalu panas dan tidak ada gerakan udara.
3. Sedangkan gangguan kesehatan yang dialami oleh sebagian besar karyawan berupa *drowsiness, dizziness* dan *lethargy* masing-masing 83,3%, gangguan saluran napas bagian atas (58,8%), iritasi hidung (33,3%) dan iritasi pada mata (25%).

SURVAI KUALITAS

15.8 Saran

Perlu segera dilakukan intervensi berupa tindakan pengendalian kualitas udara dalam ruangan basemen dengan cara sebagai berikut.

1. Menambah suplai udara segar ke dalam ruangan dengan rerata aliran udara minimum sebesar 10 l/det/orang, melalui penambahan *AC-split*
2. Menyediakan local *exhaust ventilation* untuk mengeluarkan polutan dari dalam ruangan.
3. Melakukan *air cleaning* dengan menggunakan *electrostatic precipitators filters* untuk mengikat partikel debu.
4. Pengendalian administratif penting dilakukan seperti menjaga kebersihan ruangan, pemeliharan secara teratur terhadap AC-sentral dan menyediakan tempat istirahat bagi karyawan di luar ruangan.

15.9 Kepustakaan

American Conference of Govermental Industrial Hygienists (ACGIH), 1995. Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices, Cincinati, USA.

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), 1989. Ventilation for Indoor Air Quality, ASHRAE Standards-62, Atlanta.

Astrand, P.O. and Rodahl, K., 1977. Textbook of Work Physiology-Physiological Bases of Exercise, 2nd ed. McGraw-Hill Book Company. USA. hal. 449-480.

Djojodibroto, R.D., 1999. Kesehatan Kerja di Perusahaan, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. hal.66-69.

Grandjean, E., 1993. Fitting the Task to the Man, 4th ed. Taylor & Francis Inc. London. hal.304-329.

Grantham, D., 1992. Occupational Health & Safety. Guidebook for the WHSO. Merino Lithographics, Moorooka, Queensland, Australia.

Hau, E., 1997. Lectures and Practical Sessions on Indoor Air Quality, The University of Queensland, Australia.

Konz, S., 1996. Physiology of Body Movement. Dalam: Bhattacharya, A and McGlothlin, J.D. Eds. Occupational Ergonomics, Marcel Dekker, Inc. USA. hal.47-61.

Keputusan Menteri Negara Kependudukan Dan Lingkungan Hidup Nomor: KEP-02/MENKLH/I/1988, Tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan, Sekretariat Menteri Negara Kependudukan Dan Lingkungan Hidup, Jakarta.

Lieckfield, Jr., R.G. and Farrar, A.C., 1991. Indoor Air Quality in Nonindustrial Occupational Environments, In: Clayton, G.D. & Clayton, F.E. Eds. Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, General Principles, Ed. 4th Vol.I (A), John Wiley & Sons, Inc, Amerika.

Manuaba, A., 2000. Ergonomi, Kesehatan dan Keselamatan Kerja. Dalam: Wignyosoebroto, S.,Wiratno, S.E. eds. Proceedings Seminar Nasional Ergonomi. PT. Guna Widya. Surabaya. hal.1-4.

McNaught, A.B. & Callender, R., 1965. Illustrated Physiology. E. & S. Livingstone Ltd., Edinburgh and London. hal.115-132.

National Health and Medical Reaserch Council (NH&MRC), 1985. Recommended Methods for Monitoring Air Pollutants in The Environment, Australian Government.

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 1984. A Guide to Safety In Confined Space, U.S. Departemnt of Health and Human Services, Amerika.

Pearce, E., 1999. Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis. Diterjemahkan oleh Handoyo, S.Y., PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. hal.211-231.

PUSPERKES, 1995. Penelitian Kualitas Iklim Kerja dan Kebisingan Lingkungan Kerja Perkantoran, Jakarta.

Soedirman, 1991. Central Air Conditioning System and Its Influence to Indoor Air Quality In Office Works of Highrise Building, Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja, Jakarta, XXIV (3 dan 4): 39-47.

Standards Association of Australia (SAA), 1980. Mechanical Ventilation and Air Conditioning Code, Part 2, Australia.

Suma'mur, P.K., 1984. Higene Perusahaan dan Keselamatan Kerja. Cet. Ke-4, Penerbit PT.Gunung Agung, Jakarta.

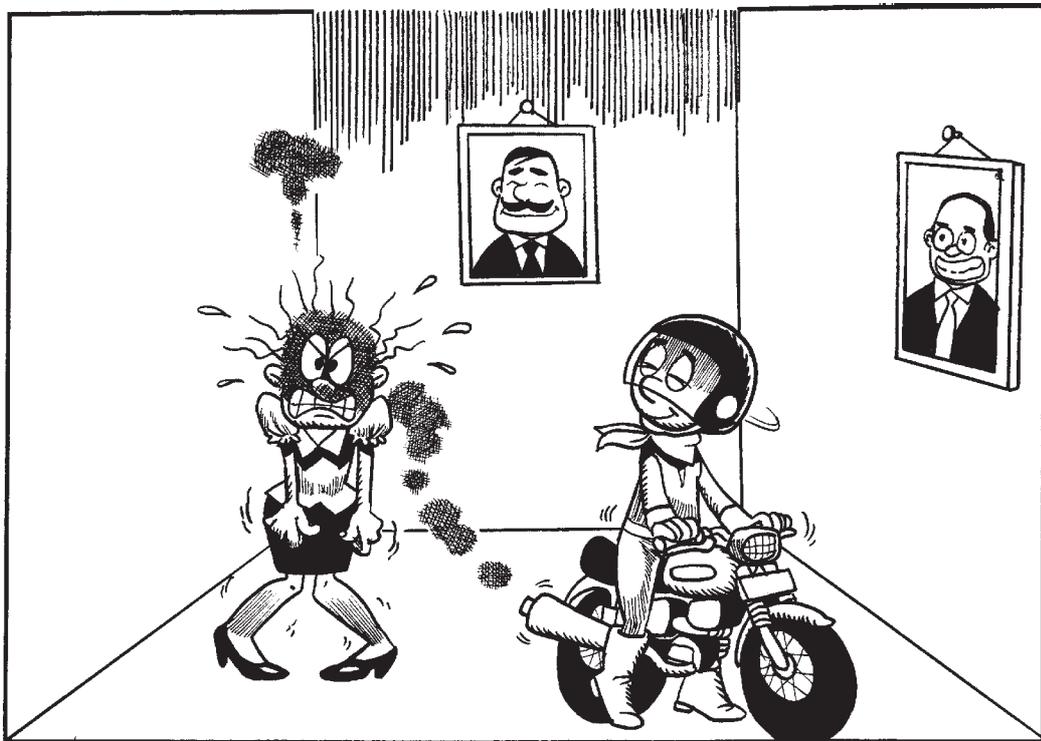
Sutajaya, I MD. & Citrawathi, D.M., 2000. Perbaikan Kondisi Kerja Mengurangi Beban Kerja dan Gangguan pada Sistem Muskuloskeletal Mahasiswa dalam Menggunakan Mikroskop di Laboratorium Biologi STKIP Singaraja. Dalam: Wignyosoebroto, S.,Wiratno, S.E. eds. Proceedings Seminar Nasional Ergonomi. PT. Guna Widya. Surabaya. hal. 239-242.

Tjokronegoro, A. dan Sudarsono, S., 1985. Metodologi Penelitian Bidang Kedokteran, Ed. 1 Cet. Ke-2, Balai Penerbitan FKUI, Jakarta.

World Health Organisation (WHO), 1976. Suess, M.J. & Craxford, Eds. Manual on Urban Air Quality Management, Copenhagen.

Workplace Health and Safety (WHS), 1992. Indoor Air Quality, A Guide for Healthy and Safe Workplaces, Queensland Government, Australia.

Victorian Workcover Authority, 1997. Officewise, A Guide to Health and Safety in The Office, 3rd ed., Melbourne, Australia.

BAB 16

Pengujian Kualitas Udara dalam Ruang Kerja Perkantoran Modern

16.1 Latar Belakang

Dewasa ini semakin banyak jumlah orang yang menghabiskan waktunya di dalam suatu ruang kerja, termasuk dalam ruang kerja perkantoran. Sementara itu gedung-gedung modern yang digunakan untuk bekerja dirancang dengan menggunakan ventilasi mekanis. Di samping itu penggunaan peralatan modern (seperti, mesin fotocopy, laser printer, dll.) dan bahan-bahan sintetis di dalam ruangan juga semakin meningkat. Hal ini dapat mempengaruhi kondisi lingkungan kerja. Sistem ventilasi yang tidak tepat dapat menyebabkan ketidaknyamanan dan bahkan dapat menurunkan kondisi kesehatan karyawan. Suplai udara segar yang kurang, penyaringan polutan udara luar yang tidak efektif, serta gerakan sirkulasi udara dalam ruangan yang terlalu kecil adalah sebagian besar masalah yang berkaitan dengan sistem ventilasi (Soedirman, 1991).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kualitas udara yang tidak memenuhi syarat menyebabkan biaya tinggi yang meliputi biaya pemeliharaan kesehatan langsung, kerusakan bahan dan peralatan serta biaya kehilangan produksi. Di Amerika Serikat diperkirakan bahwa kehilangan produksi mendekati lima kali dari biaya pemeliharaan kesehatan (WHS, 1992). Ketidaknyamanan atau gangguan kesehatan yang disebabkan karena kualitas udara dalam kenyataan di lapangan menunjukkan, bahwa akibat ketidaknyamanan, gangguan kesehatan dan kecelakaan tidak saja memperlambat pelayanan atau ketepatan waktu produksi, tetapi juga dapat mengurangi kepercayaan pelanggan.

Dalam Undang-Undang No. 3 tahun 1969 tentang persetujuan konvensi ILO No. 120 mengenai higiene dalam perniagaan dan perkantoran, secara garis besar mengatur perlindungan dan penyediaan fasilitas kerja. Dalam konvensi tersebut secara tegas ditetapkan bahwa setiap tempat kerja harus mempunyai ventilasi, penerangan dan alat kerja yang cukup dan sesuai serta kebisingan, getaran dan pencemaran udara harus dikendalikan sampai batas-batas yang dapat diterima. Lebih lanjut Undang-Undang No. 1 tahun 1970 tentang keselamatan kerja, menetapkan syarat-syarat keselamatan dan kesehatan tempat kerja sebagai upaya perlindungan terhadap tenaga kerja. Untuk mencegah terjadinya ketidaknyamanan dan gangguan kesehatan, maka perlu dilakukan identifikasi, penilaian dan pengendalian terhadap faktor-faktor yang dapat menurunkan kondisi lingkungan kerja, baik faktor fisik maupun faktor kimia.

16.2 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mendapatkan data kondisi lingkungan kerja fisik dan kimia., melalui identifikasi dan pengukuran di tempat kerja
2. Untuk mengevaluasi apakah kondisi lingkungan kerja tersebut telah memenuhi syarat atau sesuai dengan standar yang ada.
3. Untuk memberikan alternatif pengendalian kondisi lingkungan kerja, terutama faktor-faktor yang dapat menurunkan kondisi kesehatan tenaga kerja.

16.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Diperoleh data kondisi lingkungan kerja fisik dan kimia sebagai bahan informasi untuk menciptakan kenyamanan dan kesehatan kerja.
2. Dapat melakukan tindakan pencegahan dan pengendalian sedini mungkin terhadap faktor-faktor yang dapat menurunkan kondisi kesehatan dan kenyamanan tenaga kerja.

16.4 Metode Penelitian

Survai dilakukan pada 2 lokasi yaitu ruang kas dan ruang *accounting* pada Kantor Bank 'X''. Kedua ruang tersebut terletak pada lantai dasar dari bangunan gedung berlantai 4. Pengujian faktor fisik meliputi mikroklimat dan penerangan. Sedangkan pengujian faktor kimia meliputi kadar gas SO2, NO_2, CO, CO_2, Ox sebagai O_3, O_2 dan partikel debu. Di samping itu juga dilakukan wawancara terhadap 23 karyawan yang bekerja di kedua ruang kerja tersebut. Untuk memudahkan wawancara dengan karyawan dibuatkan daftar pertanyaan yang berhubungan dengan kondisi lingkungan kerja.

Survei dilakukan dengan cara identifikasi, pengukuran lingkungan kerja fisik dan kimia dan wawancara dengan tenaga kerja. Identifikasi dilakukan dengan cara pengamatan terhadap sumber-sumber bahaya yang mungkin timbul dan kondisi ruangan kerja secara umum. Selanjutnya dilakukan pengukuran faktor fisik dan kimia secara langsung di ruang kas dan *accounting*. Pengambilan sampel untuk faktor kimia, mikroklimat dan kebisingan setiap ruang kerja diambil sebanyak 2 titik. Sedangkan penerangan diukur pada setiap meja kerja dimana karyawan melakukan pekerjaannya. Setiap faktor yang diukur hasilnya dibuat rerata untuk masing-masing ruangan.

16.5 Hasil dan Pembahasan

16.5.1 Gambaran Umum dan Hasil Identifikasi

Melalui *walkthrough survey* dapat dijelaskan gambaran secara umum tentang penyediaan fasilitas kerja dan sumber-sumber bahaya yang mungkin timbul di tempat kerja, khususnya ruang kas dan *accounting* pada Kantor Bank 'X' sebagai berikut.

1. Sistem ventilasi yang digunakan di Kantor Bank 'X' adalah AC-sentral, sehingga memungkinkan terjadinya penyebaran kontaminasi udara dari satu ruangan ke ruangan lainnya.
2. Tidak disediakan pengaliran udara segar yang terpisah dengan sistem ventilasi utama sebagai alternatif apabila sistem ventilasi utamanya mati atau rusak.
3. Tidak dipasang *local exhaushed ventilation* pada ruang yang kemungkinan terdapat banyak partikel debu, seperti pada ruang kas.
4. Pada ruang *accounting*, lantai ditutup dengan karpet dan diduga dapat menimbulkan pencemaran udara tambahan karena pemeliharaan yang kurang baik.
5. Penerangan utama menggunakan lampu neon dan menggunakan *cover lamps*, sehingga intensitas cahaya yang sampai ke objek kerja berkurang.
6. Sebagian besar karyawan merokok di ruang kerja. Mengingat ruang kerja menggunakan AC-sentral, maka kemungkinan asap rokok akan ikut menyebar ke seluruh ruangan bersama inlet udara AC tersebut.

16.5.2 Penilaian terhadap Hasil Wawancara dengan Karyawan

Terhadap 23 karyawan di ruang kas dan accounting diberikan kuesioner mengenai hal-hal yang mereka rasakan selama bekerja dihubungkan dengan kondisi lingkungan kerja. Hasil pengisian kuesioner disajikan pada tabel 16.1.

Tabel 16.1. Respon Karyawan dan Gangguan Kesehatan yang Dirasakan Terkait dengan Kondisi Lingkungan Kerja.

No.	Pernyataan	Jumlah	Persentase (%)
1	Keluhan karyawan terhadap kondisi ruang kerja:		
	➢ Suhu ruangan terlalu panas	3	13,04
	➢ Suhu ruangan terlalu dingin	1	4,34
	➢ Sirkulasi udara kurang	12	52,17
	➢ Terdapat bau yang khas	1	4,34
	➢ Terdapat debu di ruang kerja	6	26,08
	➢ Terdapat suara yang mengganggu	10	43,47
2	Gangguan kesehatan yang dirasakan karyawan:		
	➢ Iritasi saluran pernapasan bagian atas	5	21,73
	➢ Mata perih	2	8,69
	➢ Mudah mengantuk	1	4,34
	➢ Gangguan konsentrasi	1	4,34
3	Pekerjaan yang sering dilakukan:		
	➢ Menggunakan komputer sekurang-kurangnya 10% dari total jam kerja	16	69,55
	➢ Menggunakan peralatan seperti mesin hitung, faximile, dll	2	8,69
4	Merokok di ruang kerja	8	34,78

Dari jawaban karyawan tersebut, keluhan utama yang dirasakan, berkaitan dengan kondisi lingkungan kerja berupa kurangnya sirkulasi udara sebanyak 52,17%; terdapat suara yang mengganggu sebanyak 43,47%; dan merasakan adanya debu di ruang kerja sebanyak 26,08%. Sedangkan gangguan kesehatan yang sering dirasakan berupa iritasi saluran pernapasan bagian atas sebanyak 21,73%; gangguan konsentrasi, mata perih dan mudah mengantuk masing-masing 4,34%.

Dari jawaban kuesioner tersebut juga ditemukan bahwa 34,78% karyawan merokok di ruang kerja. Sehingga patut diduga bahwa sebagian besar ruangan yang menggunakan AC-sentral sudah terkontaminasi gas CO akibat asap rokok tersebut.

16.5.3 Penilaian Faktor Fisik Lingkungan Kerja

1) Mikroklimat

Tabel 16.2. Hasil Pengujian Mikroklimat

No.	Lokasi Pengukuran	Ta (°C)	Tb (°C)	Tg (°C)	ISBB (°C)	RH (%)	V (m/det)
1.	Ruang Accounting	24,9	20,9	25,0	22,1	69	0,09
2.	Ruang Kas	24,4	20,5	26,7	22,4	73	0,12
	Standar	22-26	21-24	-	-	50-65	0,15-0,4

Keterangan:

Ta: suhu kering; Tb: suhu basah; Tg: suhu radiasi; RH: *relatif humidity* (kelembaban relatif); V : kecepatan gerak udara; ISBB: Indek Suhu Basah dan Bola

Mikroklimat didefinisikan sebagai hasil perpaduan antara suhu udara, kelembaban, kecepatan udara dan panas radiasi (Suma'mur, 1984). Untuk mendapatkan tingkat kenyamanan yang dapat diterima oleh semua karyawan, maka perpaduan dalam mikroklimat tersebut harus diatur sesuai dengan standar yang ditetapkan. Untuk negara dengan empat musim, rekomendasi mikroklimat pada musim dingin adalah suhu ideal berkisar antara 19-23 °C dengan kecepatan udara antara 0,1-0,2 m/det dan pada musim panas suhu ideal antara 22-24 °C dengan kecepatan udara antara 0,15-0,4 m/det serta kelembaban antara 40-60% sepanjang tahun (WHO, 1976; Grandjen, 1983; WHS, 1992; Grantham, 1992 dan ACGIH, 1995,). Sedangkan untuk negara dengan dua musim seperti Indonesia, rekomendasi tersebut perlu mendapat koreksi. Menurut hasil penelitian PUSPERKES (1995), suhu nyaman di dalam ruang kerja untuk orang Indonesia adalah antara 22-26 °C. Dari hasil pengujian mikroklimat pada ruang kas dan *accounting* seperti pada tabel 3, suhu udara dalam kisaran ideal. Namun demikian kecepatan udara terlalu rendah, khususnya ruang *accounting* (0,09 m/det), sehingga sirkulasi udara kurang lancar dan menyebabkan ruangan terasa pengap.

2) Penilaian Intensitas Penerangan.

Penerangan yang baik memungkinkan karyawan dapat melihat objek kerja secara jelas, cepat dan tanpa upaya yang dipaksakan (Grandjean, 1993 dan Manuaba, 1998). Sifat dari penerangan yang baik antara lain ditentukan oleh pembagian luminansi dalam lapang pandang, pencegahan kesilauan, arah sinar, warna dan panas yang ditimbulkan dari sumber cahaya (Pulat, 1992; Sanders & McCormick, 1987 dan Amrstrong, 1992). Pekerjaan utama pada kantor perbankan, khususnya pada ruang kas dan *accounting* adalah membaca, menulis, isnpeksi, menghitung uang dan

menggunakan komputer. Grandjean (1993) dan PMP NO.7 (1964) merekomendasikan intensitas penerangan untuk pekerjaan yang memerlukan ketelitian seperti membaca, menulis dan mengoperasikan komputer sebaiknya mempunyai intensitas antara 300-500 lux.

Tabel 16.3. Hasil Pengukuran Intensitas Penerangan.

No.	Lokasi Pengukuran	Jenis Pekerjaan	Warna Dinding	Intensitas Penerangan (lux)	Standar (lux)
1	Ruang *Accounting*	Membaca, menulis, komputer, inspeksi	Dinding dari triplek berwarna coklat tua	69-152	300-500
2	Ruang Kas	Membaca, menulis, komputer, menghi-tung uang	Dinding dari triplek berwarna coklat tua	71-181	

Pengukuran intensitas penerangan pada ruang kas dan *accounting* seperti disajikan pada tabel 4 tersebut. Pada ruang *accounting*, intensitas penerangan berkisar antara 69-152 lux. Sedangkan pada ruang kas berkisar antara 71-181 lux. Apabila hasil pengukuran tersebut dibandingkan dengan intensitas yang direkomendasikan, maka intensitas penerangan di kedua ruang kerja tersebut di bawah standar yang direkomendasikan. Rendahnya intensitas penerangan pada kedua ruang kerja tersebut disebabkan oleh *cover lamps* yang sudah kotor. Di samping itu jumlah dan daya lampu tidak sesuai dengan luas ruangan. Warna dinding ruangan yang dominan warna coklat tua juga mempengaruhi rendahnya intensitas penerangan pada ruang kerja tersebut. Untuk mengatasi kondisi tersebut, *cover lamps* harus dibersihkan secara reguler. Di samping itu, penambahan jumlah lampu perlu segera dilakukan, mengingat penyebaran cahaya pada ruang kerja tidak merata.

16.5.4 Penilaian Faktor Kimia Lingkungan Kerja.

Penggunaan AC-sentral pada bangunan gedung perkantoran menyebabkan udara dalam ruangan menjadi sirkulasi yang tertutup. Meskipun pengendalian suhu udara dapat dilakukan, tetapi terhadap kontaminasi udara seperti asap rokok, bahan pembersih dengan pelarut organik, mikro-organisme serta bahan pencemar dari luar ruangan kemungkinan dapat terakumulasi dalam ruangan. Kondisi tersebut pada akhirnya dapat mempengaruhi kondisi kesehatan penghuni ruangan. Kualitas udara dalam ruang kerja perkantoran secara keseluruhan ditentukan dari sistem ventilasi yang digunakan. Dari hasil pengujian faktor kimia lingkungan kerja (tabel 16.4) mengindikasikan bahwa sistem ventilasi yang ada di Kantor Bank 'X' kurang memenuhi syarat.

Tabel 16.4. Hasil Pengukuran Kontaminasi Udara dalam Ruang Kerja

No.	Lokasi Pengukuran	SO_2 (ppm)	NOx (ppm)	Ox (ppm)	CO (ppm)	CO_2 (ppm)	O_2 (%)	Debu $\mu g/m^3$
1	Ruang *Accounting*	0,6	0,16	0,0977	5	950	19	754
2	Ruang Kas	0,8	0,5	0,0550	6,5	1200	19	809
	Standar	<2	<3	<0,1	<10	<1000	>19,5	<90

Defisiensi sistem ventilasi tersebut menyebabkan rendahnya kadar oksigen (O_2) pada ruang *accounting* dan kas (19%). NIOSH (1984) merekomendasikan kadar minimum O_2 dalam *confined space* adalah 19,5%. Sedangkan karbon dioksida (CO_2) merupakan produk sisa pernapasan. Meskipun gas tersebut tidak termasuk polutan, namun dapat mempengaruhi kenyamanan penghuni gedung. Kadar CO_2 dalam suatu ruangan merupakan indikasi yang tepat untuk mengetahui efektivitas sistem ventilasi. ASHRAE (1989) merekomendasikan maksimum kadar CO_2 untuk ruang kerja perkantoran adalah 1000 ppm. Hasil pengukuran kadar CO_2 pada ruang kas adalah 1200 ppm dan pada ruang *accounting* 950 ppm. Kadar CO_2 pada ruang kas telah melampaui standar yang diperkenankan, sedangkan pada ruang *accounting* juga telah mendekati kadar tertinggi dari yang diperkenankan untuk ruang kerja perkantoran Kondisi tersebut disebabkan karena pengatur ventilasi yang digunakan adalah AC sentral, dimana suplai udara segar adalah udara sirkulasi, sehingga semakin lama suplai udara digunakan maka kadar O_2 semakin berkurang dan kadar CO_2 semakin tinggi. Kadar O_2 yang rendah dan kadar CO_2 yang cukup tinggi tersebut menyebabkan ruangan terasa pengab. Hill, et.al. (1992) melaporkan bahwa gejala *Sick Building Syndrome* (SBS) dapat muncul pada konsentrasi CO_2 sebesar 600 ppm

Bahan-bahan pencemar udara dalam ruangan ber-AC meliputi bahan pencemar biologis (virus, bakteri dan jamur), v*olatile organic compounds* (cat, pembersih, kosmetik, bahan bangunan, dll), *combustion products* (CO, NO_2, SO_2) dan partikel debu. Dalam penelitian ini hanya difokuskan pada pencemaran CO, NO_2, SO_2, Ox dan partikel debu.

Sumber pencemaran CO dalam ruang kas dan *accounting* terutama disebabkan dari asap rokok dalam ruang kerja dan kemungkinan juga berasal dari udara luar yang bersumber dari polusi kendaraan bermotor. Hasil pengukuran kadar CO pada ruang accounting adalah 5 ppm dan pada ruang kas adalah 6,5 ppm.. Standar untuk kadar gas CO di ruang kerja perkantoran adalah 10 ppm untuk 8 jam kerja (WHO, 1976; SAA, 1980). Sehingga apabila kita bandingkan antara hasil pengukuran dan

standar yang ada maka kadar CO dalam ruangan tersebut masih di bawah nilai standar. Namun demikian kadar CO harus tetap dijaga mendekati nilai terendah, mengingat bahaya pemaparan gas CO terhadap kesehatan sangat tinggi.

Sumber pencemaran gas NO_2 dan SO_2 kemungkinan besar berasal dari luar ruangan, mengingat dalam ruang tidak ada proses pembakaran. Hasil pengukuran gas-gas tersebut di kedua ruangan masih di bawah standar diperkenankan. Kadar gas yang perlu mendapat perhatian lebih lanjut adalah gas O_x sebagai Ozon terutama pada ruang *accounting* yang kadarnya sudah mendekati kadar tertinggi dari yang diperkenankan. Sumber utama gas Ox sebagai Ozon kemungkinan besar berasal dari mesin printer dan peralatan elektronik yang ada di ruang kerja. Untuk mengendalikan pemaparan gas tersebut, perlu dilakukan redesain ruang kerja atau memindahkan *printer central* dan peralatan elektronik ke dalam ruangan yang terpisah dengan dinding penyekat penuh.

Partikel debu, khususnya debu *respirable* di samping menyebabkan ketidaknyamanan juga dapat menyebabkan reaksi alergi pada mata, hidung, dan kulit. Pada gedung-gedung perkantoran rerata partikel debu pada ruangan *non-smoking* area adalah 10 $\mu g/m^3$ sedangkan pada *smoking area* berkisar antara 30-100 $\mu g/m^3$ (Patty's, 1991). Standar maksimum partikel debu untuk ruang kerja perkantoran ternyata beragam. WHO (1976) menetapkan rerata kadar debu dalam setahun adalah 40 $\mu g/m^3$ dan kadar maksimum 24 jam adalah 120 $\mu g/m^3$. NH&MRC (1982) menetapkan rerata kadar dalam setahun adalah 90 $\mu g/m^3$. Sedangkan SAA (1980) menetapkan rerata kadar debu dalam setahun adalah 60 $\mu g/m^3$ dan kadar debu maksimum 24 jam adalah 150 $\mu g/m^3$. Hasil pengukuran kadar debu *respirable* pada ruang *accounting* adalah 754 $\mu g/m^3$ dan pada ruang kas adalah 809 $\mu g/m^3$. Apabila hasil pengukuran tersebut dibandingkan dengan standar yang ada, maka kadar partikel debu di kedua ruangan kerja tersebut telah melampaui 7-8 kali lipat dengan standar. Pada ruang *accounting* kemungkinan besar partikel debu berasal dari debu kertas, karpet, debu rokok serta dari luar ruangan atau ruangan lain. Sedangkan sumber debu pada ruang kas berasal dari proses menghitung uang kertas maupun dari debu rokok. Kondisi tersebut dapat menyebabkan gangguan kenyamanan kerja dan bahkan dapat menyebabkan sakit berupa iritasi dan penurunan fungsi paru. Untuk mengendalikan resiko tersebut perlu dilakukan pemasangan *local exhaushed ventilation*, terutama di dekat mesin hitung uang kertas. Di samping itu perlu dilakukan pembersihan ruangan setiap sore sehabis kerja dan *air cleaning* setiap seminggu sekali.

16.6 Simpulan

Dari hasil dan pembahasan tersebut di atas dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut.

1. Faktor fisik lingkungan kerja (mikroklimat dan penerangan) tidak sesuai dengan standar, sehingga menyebabkan ketidaknyamanan kerja.
2. Rendahnya kadar oksigen dan tingginya kadar karbon dioksida menyebabkan ruangan terasa pengab dan menyebabkan ketidaknyamanan.
3. Kadar gas oksidan dan karbon monoksida telah mendekati kadar tertinggi dari yang diperkenankan. Sedangkan kadar partikel debu telah jauh melampaui kadar tertinggi diperkenankan. Kondisi tersebut dapat menurunkan kondisi kesehatan karyawan.
4. Rendahnya kualitas udara dalam ruangan di ruang *accounting* dan kas disebabkan karena defisiensi sistem ventilasi (AC-sentral).

16.7 Saran

Hal-hal yang dapat disarankan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menambah suplai udara segar ke dalam ruangan dengan rerata aliran udara minimum sebesar 10 L/det/orang.
2. Meningkatkan intensitas penerangan dengan menambah jumlah dan daya lampu sehingga penyebaran intensitas cahaya merata ke seluruh ruangan.
3. Menurunkan kadar kontaminan udara dengan memasang *local exhaushed ventilation* yang sesuai dan tepat untuk masing-masing ruangan.
4. Memberikan larangan merokok di tempat kerja bagi semua karyawan dan menyediakan ruangan khusus untuk merokok secara terpisah dengan ruangan kerja. Sistem ventilasi untuk ruangan merokok juga harus terpisah dengan ventilasi dari AC-sentral, sehingga asap rokok tidak ikut menyebar ke ruangan lain.
5. Pengendalian administratif penting dilakukan seperti menjaga kebersihan ruangan, pemeliharaan secara teratur terhadap AC-sentral.
6. Monitoring kondisi lingkungan kerja harus dilakukan secara reguler (1 kali setahun).
7. Melakukan pemeriksaan kesehatan kerja secara reguler.

16.8 Kepustakaan

American Conference of Govermental Industrial Hygienists (ACGIH), 1995. Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices, Cincinati, USA.

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), 1989. Ventilation for Indoor Air Quality, ASHRAE Standards-62, Atlanta.

Armstrong, R., 1992. Lighting at Work, Occupational Health and Safety Authority, Melbourne, Australia.

Grandjean, E., 1983. Fitting the Task to the Man, 4th ed. Taylor & Francis Inc. London.

Grantham, D., 1992. Occupational Health & Safety. Guidebook for the WHSO. Merino Lithographics, Moorooka, Queensland, Australia.

Hau, E., 1997. Lectures and Practical Sessions on Indoor Air Quality, The University of Queensland, Australia.

Lieckfield, Jr., R.G. and Farrar, A.C., 1991. Indoor Air Quality in Nonindustrial Occupational Environments, In: Clayton, G.D. & Clayton, F.E. Eds. Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, General Principles, Ed. 4th Vol.I (A), John Wiley & Sons, Inc, Amerika.

Manuaba, A., 2000. Ergonomi, Kesehatan dan Keselamatan Kerja. dalam: Wignyosoebotro, S.,Wiratno, S.E. eds. Proceedings Seminar Nasional Ergonomi. PT. Guna Widya. Surabaya.

National Health and Medical Reaserch Council (NH&MRC), 1985. Recommended Methods for Monitoring Air Pollutants in The Environment, Australian Government.

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 1984. A Guide to Safety In Confined Space, U.S. Departemnt of Health and Human Services, Amerika.

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 1994. Pocket Guide to Chemical Hazard, US Departement of Health & Human Services, Amerika.

Pulat, B.M., 1992. Fundamentals of Industrial Ergonomics. Hall International, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.

Peraturan Menteri Perburuhan No. 7 Tahun 1964. Tentang Syarat Kesehatan, Kebersihan serta Penerangan dalam Tempat Kerja.

PUSPERKES, 1995. Penelitian Kualitas Iklim Kerja dan Kebisingan Lingkungan Kerja Perkantoran, Jakarta.

Sanders, M.S. and McMormick, E.J., 1987. Human Factors In Engineering and Design, Sixth ed. McGraw-Hill Book Company.

Soedirman, 1991. Central Air Conditioning System and Its Influence to Indoor Air Quality In Office Works of Highrise Building, Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja, Jakarta, XXIV (3 dan 4): 39-47.

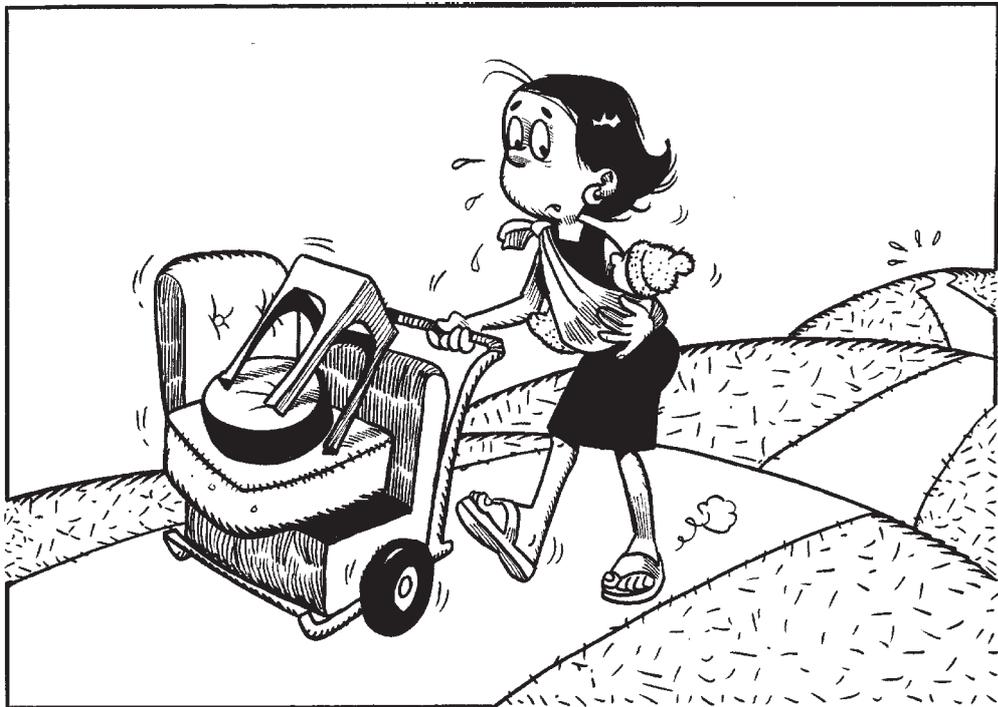
Standards Association of Australia (SAA), 1980. Mechanical Ventilation and Air Conditioning Code, Part 2, Australia.

World Health Organisation (WHO), 1976. Suess, M.J. & Craxford, Eds. Manual on Urban Air Quality Management, Copenhagen.

Workplace Health and Safety (WHS), 1992. Indoor Air Quality, A Guide for Healthy and Safe Workplaces, Queensland Government, Australia.

Workplace Health and Safety (WHS), 1993. Code of Practice for Noise Management at Work, Devision of Workplace, Health and Safety, Queesland, Australia.

Victorian Workcover Authority, 1997. Officewise, A Guide to Health and Safety in The Office, 3rd ed., Melbourne, Australia.

BAB 17

Desain Troli Untuk Alat Bantu Angkut di Hotel

17.1 Latar Belakang

Aktivitas pelayanan sebuah hotel berbintang dipengaruhi berbagai faktor, di antaranya kecepatan mobilitas dan performansi yang meliputi ketepatan, ketelitian dan penampilan penyajian yang baik. Pengaturan kursi di suatu fasilitas atau ruangan pertemuan hotel, dimulai dari pengangkatan secara manual dari ruang simpan ke arah fasilitas atau ruangan yang dibutuhkan. Penggunaan troli pengangkut kursi dibutuhkan untuk mempercepat, meringankan pengangkutan dan pengaturan kursi. Akan tetapi sering dijumpai di tempat pembuatan kursi menjual dan mengangkut produknya tanpa menggunakan troli, sehingga kursi diangkut tanpa menggunakan troli. Akibatnya, berbagai keluhan muncul, mulai dari pekerja yang merasakan nyeri tulang belakang, kursi cepat rusak, permukaan lantai ruang pelayanan tergores dan rusak serta berbagai keluhan lainnya. Konsekuensinya biaya tak terduga akan dikeluarkan oleh perusahaan tersebut untuk mengatasi masalah-masalah di atas.

Untuk keperluan desain yang ergonomis, beberapa standard yang berhubungan dengan kemampuan, kebolehan dan batasan manusia hendaknya dikaitkan dengan peralatan, cara dan lingkungan kerja (Manuaba, 2000). Dalam penanganan (handling, mobilisasi dan demobilisasi) suatu barang, akan lebih efisien apabila menggunakan troli. (Grandjean, 1993). Perbedaan waktu penanganan, kemudahan pelayanan dan keterandalan penggunaan kereta dorong pengangkut kursi ini masih belum diketahui dengan pasti. Terutama menyangkut desainnya yang harus disesuaikan dengan jenis barang yang ditangani dan memiliki daya guna yang memadai. Dengan demikian berarti pemanfaatan troli dalam pengangkutan kursi menarik untuk diteliti lebih lanjut dan masalah yang akan dikaji dalam survai ini adalah 1) apakah ukuran alat bantu troli pengangkut kursi sesuai dengan ukuran

tubuh pemakainya ? dan 2) apakah dengan penggunaan troli pengangkut kursi, akan mempercepat pengaturan suatu ruangan?.

17.2 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui kesesuaian desain troli dengan anthropometri pemakainya.
2. Untuk mengetahui efektifitas pemakaian troli dalam pengangkutan dan pengaturan kursi dalam suatu ruangan.

17.3 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini diharapkan diperoleh manfaat sebagai berikut:

1. Untuk melatih dan menambah kemampuan penelitian terapan.
2. Menambah kemampuan perancangan alat bantu pelayanan.
3. Memperpanjang usia kursi dan upaya meminimalkan biaya perawatan.
4. Mempercepat waktu pengaturan suatu ruangan.
5. Meringankan beban pekerja pengatur ruangan, yang diharapkan akan mengurangi keluhan nyeri tulang belakang (NTB) para pekerja.

17.4 Metode Penelitian

17.4.1. Metode survai

Prioritas utama penelitian adalah identifikasi masalah yang terjadi pada objek pengamatan. Sedangkan penelitian ini mempergunakan metode observasi pada sikap kerja dan kondisi kerja secara umum pengangkutan kursi di suatu ruangan hotel 'X'. Selanjutnya dilakukan pengukuran berbagai data primer seperti jenis dan ukuran kursi yang dipergunakan, ukuran troli, juga anthropometri pekerja.

17.4.2 Alat Pengumpul Data

Alat pengumpul data yang dupergunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Meteran Logam, merk Crossman, 5 m - Pro Power Tape, buatan Jepang, dengan ketelitian 1 mm.
2. Anthropometer merek Super, buatan Jepang.
3. Stopwatch, telepon genggam merk Siemens seri M-35i, buatan Jerman. dengan keletitian 1/100 detik.

17.4.3 Cara Pengumpulan Data

Pada saat berlangsungnya kegiatan pengaturan kursi suatu ruangan, data yang dikumpulkan berupa berbagai hal yang menyangkut tata cara pengaturan yang dicatat dengan cara sebagai berikut:

1. Data karyawan sebagai subjek dicatat dalam formulir yang telah dipersiapkan.
2. Kursi dan troli pengangkut kursi diukur dalam satuan cm. dengan meteran logam.

3. Pengukuran antropometri subjek, pada bagian tubuh yang disesuaikan dengan alat kerja troli yang digunakan, dengan anthropometer.
4. Pencatatan waktu yang dibutuhkan dalam pengaturan kursi tanpa mempergunakan alat bantu troli, dan dengan mempergunakan alat bantu troli.

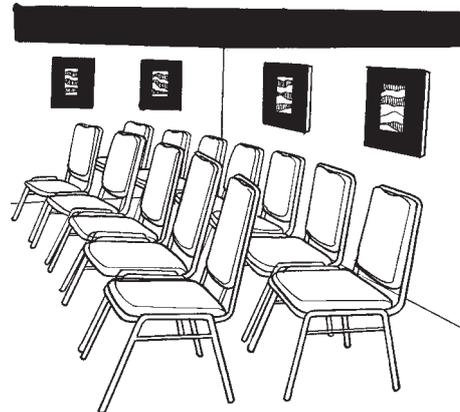
17.4.4 Analisis Data

Analisis data yang diperoleh dilakukan dengan cara sebagai berikut.

1. Data pengukuran anthropometri subjek dan ukuran troli pengangkut kursi ditabulasi dan dianalisis secara deskriptif.
2. Waktu pengaturan ruangan tanpa dan dengan mempergunakan troli dibandingkan antara ruang A, B dan C.
3. Dari data keluhan subjektif karyawan, dan beragai hasil analisis di atas, dilakukan rekomendasi bentuk skematik troli yang lebih anthropometris.

17.5 Hasil Penelitian

Dari observasi lapangan yang dilakukan dapat diamati beberapa hal, di antaranya adalah sebagai berikut.

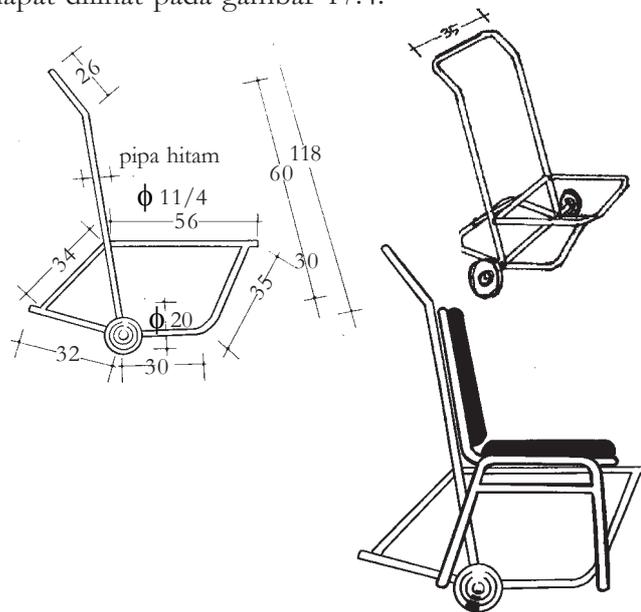
1. Pengaturan ruangan tanpa mempergunakan troli, kursi diambil dari ruang simpan diangkat dengan tangan ke arah ruang pelayanan. Biasanya seorang karyawan hanya mampu membawa dua sampai dengan empat kursi sekali jalan, dua kursi di masing-masing tangan. Bahu dan punggung menahan ayunan akibat langkah dan berat kursi yang diangkat. (gambar 17.2).

Gambar 17.1. Ruang Pertemuan Dengan Kursi Yang Telah Diatur

Gambar 17.2. Pengangkatan Kursi Menggunakan Tangan

2. Kursi yang dipergunakan di Hotel tersebut dipilih berdasarkan pertimbangan sebagai berikut.
   * Kursi yang dalam penyimpanan, dapat ditumpuk. Hal ini dengan pertimbangan *storage space* yang relatif ringkas.
   * Memiliki penampilan yang memadai, dalam arti dapat diberikan *cover* kain yang disesuaikan dengan nuansa tata ruang yang diinginkan.

   Dari pertimbangan di atas, dipilih kursi merek *Chitose*, seri *Caesar* (gambar 17.3).

Gambar 17.3. Kursi tipe Caesar

3. Troli pengangkut kursi yang digunakan merupakan hasil rakitan tukang las. Troli dibuat dengan mempertimbangkan ukuran kursi tipe *Caesar* yang dipergunakan di hotel tempat penelitian. Secara umum bentuk dan ukuran troli pengangkut kursi dapat dilihat pada gambar 17.4.
4. Troli dalam pengangkutan kursi, digunakan untuk mengangkut tumpukan kursi mulai dari dalam ruang simpan ke arah ruang pelayanan. Seorang karyawan akan mampu mengangkut enam sampai dengan delapan kursi sekali angkut dengan cara mengungkit bagian bawah tumpukan kursi. Sampai di ruang pelayanan kursi diatur dengan mempergunakan tangan.

Gambar 17.4. Bentuk dan Ukuran Troli Pengangkut Kursi

5. Hasil pengukuran waktu pengaturan ruangan dan angkat-angkut kursi, tanpa alat dan dibandingkan dengan mempergunakan troli pengangkut kursi dapat dilihat pada tabel 17.1.

Tabel 17.1. Beda Waktu Pengaturan Ruangan.

Cara Pengangkutan	Manual	'Troli'	Beda waktu	% - beda	Keterangan
Pengaturan Ruangan-A (menit)	45,2	38,6	6,6	14,6	30m.
Pengaturan Ruangan-B (menit)	18,0	15,4	2,6	14,4	25 m.
Pengaturan Ruangan-C (menit)	32,5	24,4	8,1	24,9	60 m.

17.6 Pembahasan

Pengangkutan kursi secara manual menghadapi berbagai keterbatasan, di antaranya kemampuan manusia dalam menjinjing beban di kiri-kanan masing-masing 10 kg. akan mengakibatkan naiknya tekanan pada piringan *intervertebral* sebesar 150-180 %, walaupun dengan upaya mendekatkan beban sedekat mungkin dengan tubuh (Suma'mur, 1982; Grandjean, 1988; Astrand & Rodahl, 1977). Naiknya tekanan pada tulang punggung ini dalam kerja yang terus menerus, akan mengakibatkan *work related musculoskeletal disorder* (WMSDs). Kondisi ini ditandai dengan rasa sakit, tidak enak, dan keluhan pada bagian yang berhubungan langsung dengan pembebanan kerja tersebut (Lemasters & Atterbury, 1996; Widyanti & Iftikar, 2000). Keluhan serupa juga diutarakan oleh pekerja di bagian house keping.

Penggunaan troli dalam suatu pekerjaan akan lebih efisien dan meringankan beban pekerja, karena pengalihan sebagian berat beban yang semula seluruhnya menumpu pada tubuh, dialihkan ke lantai/alas kerja melalui roda kereta tersebut (Grandjean, 1988 dan Bagchee, 1996). Pertimbangan lain penggunaan troli di Hotel ini adalah untuk mengurangi lecet pada lantai parket/kayu akibat kursi diseret sewaktu pengaturannya. Penanganan kursi dengan menyeret, ternyata juga mempercepat kerusakan kursi. Hal ini terlihat dari beberapa kursi yang sambungan kakinya terlepas dari sambungan pada dudukan kursi.

Manfaat lain yang sebenarnya diperoleh manajemen Hotel dengan penggunaan troli adalah penciptaan alat yang memiliki nilai keamanan yang menjamin keselamatan dan kesehatan kerja karena terhindar dari cedera tulang belakang. Penciptaan alat keamanan bagi suatu proses pekerjaan sehingga tercapai suasana yang nyaman bagi mereka yang bekerja. Hal itu akan berpengaruh dan memiliki

sasaran berikutnya yang lebih jauh, yaitu nilai produktivitas kerja yang maksimal (Wahyu, 2000). Perbandingan rerata ukuran anthropometri pekerja dan ukuran troli dapat dilihat pada tabel 17.2.

Tabel 17.2. Perbandingan Ukuran Anthropometri Karyawan dan Troli.

Data Subyek	SB. (±)	Rerata	Ukuran		Data Troli
Tinggi Badan (cm.)	4.85	166.95	158,5	cm.	Kursi di atas troli
Tinggi Bahu (cm.)	4.63	142.78			8 (delapan) tumpuk.
Tinggi siku (cm.)	5.68	99.83	118,0	cm.	Tinggi troli
Tinggi knuckle (cm.)	5.32	75.78	86,0-5,0	cm.	Tinggi sandaran-tebal
Panjang lengan (cm.)	1.43	35.18			Bagian angkat Kursi
Panjang Telapak+ jari (cm.)	0.82	18.38	3,45	cm.	Diameter handle.
Lbr telapak/metakar-pal (cm.)	0.58	8.73	35,0	cm.	Panjang handle.

Pertimbangan desain troli dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Ketinggian *knuckle* (tangan lurus ke bawah dengan telapak tangan menggenggam kursi) sesuai dengan ukuran tinggi sandaran kursi di bagian angkat kursi untuk penumpukan diatas troli, yaitu berkisar 75,78-81,0 cm.
2. Untuk mendorong dan menjalankan troli dari posisi diam, pada keadaan kursi tertumpuk sebanyak delapan kursi, perlu upaya awal dengan cara menarik troli dan tumpukan kursi ke arah tubuh, dengan dibantu injakan kaki pada bagian bawah. Tinggi tumpukan kursi 158,5 cm. tidak jauh beda dengan jarak antara tinggi tubuh dan tinggi bahu yaitu berkisar antara 142,78-166,95 cm.
3. Begitu pula dengan panjang pegangan troli 118,0 cm., pada posisi miring $\pm$ 30^o, ketinggiannya hampir sesuai dengan rerata tinggi siku sebesar 99,83 cm.

Dengan posisi troli miring $\pm$ 30^o ke arah tubuh pekerja dan dengan dua buah roda berdiameter 19 cm., pekerja masih menahan sebagian beban troli dan muatannya. Kondisi jalan laluan yang tidak rata kadang mempersulit pergerakan troli. Akan tetapi dengan beberapa saat penyesuaian, hambatan ini bukan lagi menjadi masalah.

Perbedaan waktu pengaturan tanpa dan dengan mempergunakan troli pada sebuah tempat/ruangan, bergantung kepada berbagai hal, diantaranya.

1. Jarak antara gudang/*storage* dengan tempat pengaturan kursi, semakin jauh tempatnya akan semakin bermakna beda waktunya (tabel 17.1). Kalau jaraknya dekat (< 25 m.) efektivitas penggunaan troli lebih kecil.

2. Kemudahan pencapaian ke arah tempat pengaturan kursi, semakin mudah troli dapat melaluinya, maka perbedaan waktunya akan semakin besar, atau sebaliknya.
3. Jumlah kursi yang perlu diatur, semakin banyak jumlahnya maka perbedaan waktu pengaturannya akan semakin besar.

Dari pernyataan karyawan, penggunaan troli pada proses demobilisasi dan mobilisasi kursi dari dan ke gudang, minimal telah meringankan beban pengaturan tempat/ruangan. Selain telah terbukti mempercepat waktu pengaturan, saat ini bagian *house-keeping* tidak perlu meminta bantuan bagian lain apabila terdapat tugas pengaturan suatu ruangan. Pihak manajemen juga membenarkan bahwa troli sangat bermanfaat dalam proses pengangkutan kursi. Selain manfaat yang telah disebutkan di atas, penggunan troli juga menurunkan biaya perawatan lantai *kayu/parquite* pada beberapa ruangan.

17.7 Simpulan

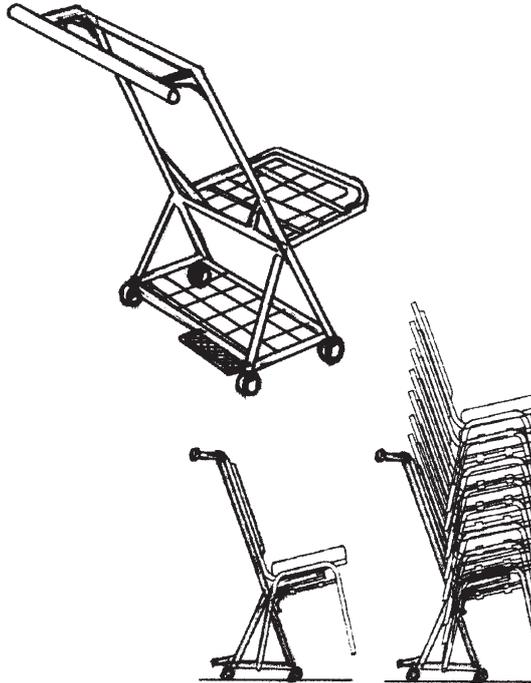
Dari berbagai masalah yang dibahas di atas dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Karena pabrik kursi tidak memproduksi troli pengangkut kursi, maka pengguna kursi dalam jumlah banyak seperti gedung pertemuan dan hotel perlu merancang dan membuat sendiri dengan bantuan pihak lain.
2. Penggunaan troli pengangkut kursi bermanfaat untuk mempercepat waktu pengaturan suatu ruangan, dan meringankan beban kerja serta menguntungkan perusahaan karena turunnya biaya perawatan lantai kayu dan sarana lainnya.
3. Penggunaan dua buah roda pada troli masih memberikan beban kepada tubuh karyawan pengangkut berupa ‘momen-puntir’ dari troli ke arah bawah.
4. Walaupun troli dirancang bangun tanpa mempertimbangkan ukuran anthropometri karyawan pengguna, secara umum sudah anthropometris.

17.8 Saran

Dari rancangan dan bentuk troli ini ditemukan beberapa kelemahan yang perlu perbaikan, di antaranya adalah sebagai berikut.

1. Posisi sumbu pada roda terlampau rendah, sehingga di jalan dengan kemiringan $> 15^o$, kaki kursi di atas troli terantuk dengan jalan.
2. Jumlah roda dua buah mempersulit karyawan untuk memperbaiki posisi atau menambah muatan di tengah perjalan. Sebaiknya paling tidak ditambahkan satu buah roda yang lebih kecil di bawah injakan kaki (gambar 17.5).

3. Pada pegangan dengan posisi horizontal, telapak tangan yang berkeringat terasa licin dalam pengendalian jalannya troli. Perlu penambahan tuas/pegangan ke arah vertikal.
4. Posisi troli agak rebah ke arah tubuh karyawan, hal ini dimaksudkan agar sewaktu mengangkat tumpukan, kursi tidak perlu diangkat ke atas, tetapi cukup mempergunakan troli sebagai pengungkit tumpukan kursi. Begitu juga saat menurunkan muatan, tumpukan kursi tidak perlu diangkat ke bawah, tetapi cukup dengan memiringkan ke arah depan, tumpukan kursi akan berada di atas lantai (gambar 17.5).

Gambar 17.5. Sistematika Rancangan Troli Rekomendasi

17.9 Kepustakaan

Astrand & Rodahl K. 1977. *Texbook of Work Physiology*. Physiologgical Bases Of Exercise 2nd edt. McGraw-Hill Book Company. Ney York.

Bagchee, A. edited by: Bhattacharya A., Mc Glothlin J.D.,1996. Anthropometri, *Occupational Ergonomics Theory and Applications*, Marcel Dekker, Inc. New York: 1-7, 77-87.

Grandjean, E. 1988. *Fitting the Task to the Man. Taylor & Francis*, London: 76-88, 105-113.

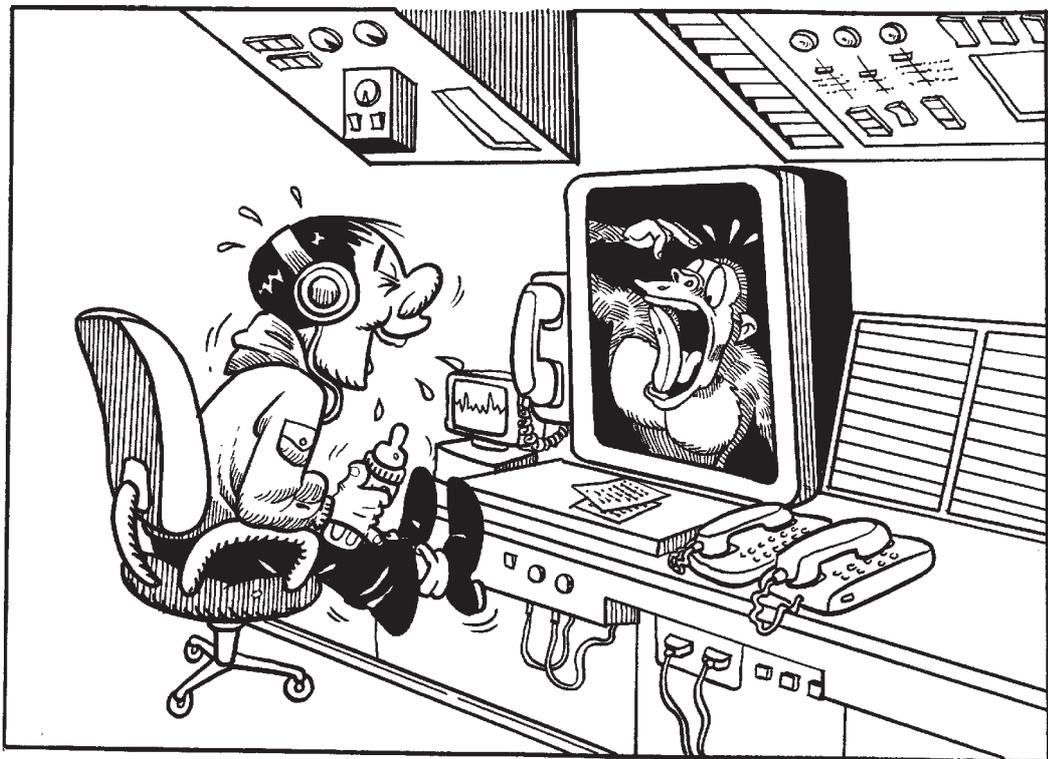
Lemasters, G.K.; Aterbury, M.R.; edited by Bhattacharya, A., Mc.Glothlin, J.D. 1996. The Design and Evaluation of A Musculoskeletal and Work History Questionnaire. *Occupational Ergonomics Theory and Applications*, Marcel Dekker, Inc. New York: 431-438

Manuaba, A. 2000. Ergonomi, Kesehatan dan Keselamatan Kerja. *Proceeding Seminar Nasional Ergonomi*, Surabaya 6-7 September 2000, P.T.Guna Widya, Surabaya: 1-4.

Suma'mur P.K., 1982. *Ergonomi untuk Produktivitas Kerja*. Yayasan Swabhawa Karya, Jakarta: 7-14.

Wahyu, H.K. 2000. Peranan Ergonomi dalam Pelaksanaan Kesehatan Kerja di Indonesia. *Proceeding Seminar Nasional Ergonomi*, Surabaya 6-7 September 2000, P.T.Guna Widya, Surabaya: 6-8.

Widyanti, Ari; Sutalaksana, Iftikar Z. 2000. Psikofisik sebagai Salah Satu Tinjauan Ergonomi : Studi Kasus pada Formulasi Factor Pengali Vertikal (VM) Persamaan RWL. *Jurnal Ergonews Ergonomika ITB*, (0853-5140) -2 Maret 2000, ITB, Bandung: 17-25.

BAB 18

Analisis Sistem Manusia-Mesin pada Ruang Pengendalian Lalulintas Udara

18.1 Latar Belakang

Beberapa kasus kecelakaan yang terjadi di dunia penerbangan terjadi karena kesalahan komunikasi antara bagian pengendalian lalu-lintas udara (*Air Traffic Control*) dengan kapten pesawat. Seperti kecelakaan pesawat terburuk terjadi pada tahun 1977 di Tenerufe, Canary Iland. Boeing 747 milik KLM menghantam Pan Am 747 pada katup pengaman di landasan pacu dan dikabarkan telah menewaskan 583 penumpangnya (Robins, 1998). Pengendalian lalu lintas udara merupakan salah satu tugas pokok dan fungsi utama dari suatu Bandar Udara. Bentuk pelayanan lalu lintas udara (*Air Traffic Services*) yang dikelola di Bandar Udara Ngurah Rai meliputi 5 bentuk pelayanan, yaitu: *flight information service, alerting service, aerodrome control service, approach control service* dan *area control service*. Setiap bentuk pelayanan tersebut diatur dan dilakukan dari suatu ruangan khusus yang terpisah satu sama lain tetapi saling koordinasi. Ruang-ruang pengendalian lalu lintas udara tersebut meliputi; *flight information control, aerodrome control & ground control (tower), area control centered (ACC) dan provision of approach control (APP).* Tugas dan tanggung jawab dari seorang operator sangat berat, karena harus memberikan pelayanan prima tanpa boleh melakukan kesalahan sedikitpun. Sementara itu sistem kerja yang dilakukan seorang operator sangatlah komplek yang selalu menuntut ketahan fisik dan mental yang tinggi. Sistem manusia-mesin yang ada di *air traffic controls* (ATC) merupakan sistem teknologi dalam skala besar dan cukup modern. Sehingga untuk menjadi seorang operator diperlukan persyaratan-persyaratan khusus sesuai dengan standar yang ditetapkan secara internasional.

Dalam kaitanya dengan sistem manusia-mesin di ATC, operator akan selalu berinteraksi dengan berbagai komponen pokok, baik interaksi antara *liveware-software, liveware-hardware, Liveware-liveware, maupun liveware-environment* [Pulat, 1992].

Untuk dapat memberikan pelayanan dengan aman, nyaman dan efisien, maka interaksi manusia-mesin harus betul-betul serasi satu sama lainnya [Manuaba, 1999]. Evaluasi terhadap sistem manusia mesin pada ATC harus selalu dilakukan, mengingat kompleksitas sistem kerja yang terus memberikan beban tambahan baik fisik maupun mental bagi operator ATC. Dalam kaitanya dengan kerja bergilir, shift malam merupakan shift kerja yang paling banyak memberikan pengaruh, baik secara fisiologis, psikologis maupun sosial [Pulat, 1992, Rutrenfranz, 1991 dan Grandjean, 1993].

Mengingat kompleksitas sistem manusia-mesin pada ATC dan tugas pada shift malam sering memberikan pengaruh negatif pada operator, maka perlu dilakukan kajian yan lebih mendalam pada area tersebut. Untuk mendapatkan hasil terbaik dalam memecahkan masalah ergonomi pada ATC, participatory approach menjadi suatu keharusan agar mereka selalu merasa terlibat, berkontribusi dan bertanggung jawab atas apa yang mereka kerjakan.

18.2 Metode Penelitian

18.2.1 Metode

Penelitian dilakukan pada *air traffic controls* (ATC) pada bagian *area control center* (ACC) di PT Angkasa Pura II, Bandara Ngurah Rai. Pengambilan data dilakukan selama kurun waktu satu bulan (Nopember 2001). Penelitian ini menggunakan metode *case study* dengan rancangan *one group pre-posttest design*. Berdasarkan *purposive sampling* ditetapkan sebanyak 12 subjek penelitian dari satu unit pengendalian ACC yang bertugas pada malam hari. Selanjutnya dilakukan pengukuran langsung terhadap *hardware* (tata letak displai, kontrol, landasan kerja, kursi) dan sarana kerja pendukung lainnya. Di samping itu juga dilakukan observasi terhadap posisi kerja, sikap dan cara kerja serta wawancara langsung dengan para operator dan supervisor pada ACC. Untuk mempermudah analisis interaksi antara *liveware* dan *hardware* dilakukan pengambilan photo terhadap operator pada saat berinteraksi dengan peralatan kerja yang digunakan.

Beban kerja dihitung berdasarkan parameter denyut nadi kerja dengan menggunakan metode 10 denyut dengan cara palpasi pada arteri radialis. Penghitungan denyut nadi dilakukan pada waktu sebelum kerja dan sebelum istirahat Di samping itu juga dilakukan pengisian kuesioner tentang gangguan sistem muskuloskeletal dengan menggunakan kuesioner *Body Map for evaluating body part discomfort*, baik dengan dua skala *likert* (ya/tidak) maupun 4 skala *likert*. Kelelahan subjektif diukur hanya pada akhir jam kerja menggunakan kuesioner 30 item dengan 2 skala *likert* (ya/tidak). Pengukuran kecepatan, ketelitian dan konstansi kerja dilakukan dengan menggunakan kuesioner *Bourdon Wiersma* pada waktu sebelum kerja dan pada akhir jam kerja.

18.2.2 Analisis Data

Analisis data hasil pengukuran dilakukan dengan menggunakan program *SPSS 10.0 for windows*. Uji statistik yang akan dipakai untuk menganalisis data dari masing-masing pengukuran adalah sebagai tersebut berikut ini.

1. Hasil pengukuran *hardware* dan sarana pendukung kerja lainnya ditabulasi dan dianalisis secara deskriptif yang dianalisis.
2. Hasil rekaman photo dianalisis secara diskriptif dan dilakukan *cross check* terhadap hasil wawancara dengan para operator.
3. Analisis perbedaan kemaknaan rerata *pre-posttest* dengan *t-paired* pada tingkat kemaknaan (α =0,05) meliputi hasil observasi:
   - penghitungan denyut nadi
   - skor gangguan otot skeletal
   - skor tingkat kecepatan, ketelitian dan konstansi (dari *Bourdon Wiersma*)
4. Hasil pengisian kuesioner keluhan dan kelelahan subjektif dianalisis secara proporsional.

18.3 Hasil dan Pembahasan

18.3.1 Keserasian Interaksi Manusia-Mesin pada Ruang ACC

Dalam sistem manusia-mesin terdapat elemen-elemen pokok yang saling berinteraksi satu sama lainnya. Elemen-elemen tersebut meliputi *human operator, hardware, software, firmware dan environment* [Pulat, 1992]. Sedangkan elemen (alat, cara dan lingkungan kerja) sangat berpengaruh terhadap performansi kerja. Untuk mendapatkan performansi yang tinggi, maka elemen-elemen tersebut harus betul-betul serasi terhadap kemampuan, kebolehan dan batasan manusia pekerja [Manuaba, 1992]. Dalam hal sistem manusia-mesin di ruang ATC, khususnya bagian ACC melibatkan teknologi tinggi dan komplek. Setiap operator harus berinteraksi dengan beberapa *hardware* (monitor, displai, alat kontrol, alat komunikasi, dll) secara sinergi. Hal demikian tentunya akan memberikan beban tambahan baik fisik maupun mental.

Di samping beban tambahan akibat kompleksitas interaksi sistem kerja, ternyata sering kali operator harus mendapat beban tambahan lain berupa ketidakserasian *hardware* yang digunakan. Dalam menggunakan beberapa alat kontrol, operator harus melakukan sikap paksa (menjangkau) dalam menekan tombol-tombol kontrol, seperti

Gambar 18.1. Gerakan Menjangkau Berlebihan Karena Letak Alat Kontrol Tidak pada Daerah Jangkau Optimum

diilustrasikan pada gambar 18.1.

Kondisi demikian disebabkan karena alat kontrol tidak semuanya berada pada daerah jangkauan optimum. Operator harus melakukan gerakan mundur antara 100-125 cm untuk dapat melihat monitor bagian atas. Oleh karena letak monitor cukup tinggi, meskipun sudah melakukan gerakan mundur, tetapi sudut pandang mata masih terlalu besar, sehingga menyebabkan sikap paksa pada daerah kepala, leher dan bahu. Kondisi demikian juga memberikan beban tambahan yang dapat menyebabkan ketidaknyamanan dalam kerja gambar 18.2.

Gambar18.2. Stasiun Kerja yang Menyebabkan Gerakan Tambahan Disebabkan Area Kerja di Luar Pandangan Dan jangkauan Optimum

Beban tambahan lain juga diterima operator yang disebabkan oleh karena kondisi yang tidak aman, di mana pengaturan kabel banyak yang tidak tertanam dan justru mengganggu *clearance legs*. Hal tersebut menyebabkan keterbatasan ruang gerak kaki dan menyebabkan perasaan tidak nyaman dalam bekerja seperti diilustrasikan pada gambar 18.3. Di samping itu alat kontrol yang dipasang di bawah meja, sering membentur lutut operator. Landasan kerja yang digunakan untuk penempatan alat-alat kontrol, telepon, dll

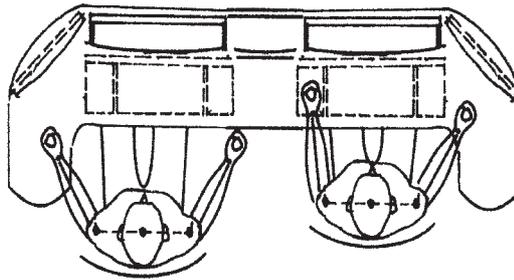
Gambar 18.3. Tata Letak Sarana Pendukung (kabel, alat kontrol, dll) yang Dapat Menghambat Gerakan dan Merupakan Unsafe Condition

terlalu sempit dengan lebar 31 cm, menyebabkan beberapa alat komunikasi harus disusun bertumpuk. Kondisi demikian dapat mempersulit operator dalam bekerja. Di samping itu, semua kursi yang digunakan operator mempuyai sandaran tangan dengan tinggi antara 66-69 cm dari lantai. Oleh karena tinggi ruang gerak kaki hanya 63 cm, maka kursi tidak akan dapat masuk di bawah meja, sehingga sandaran punggung/pinggang tidak dapat digunakan secara sempurna, seperti diilustrasikan pada gambar 18.4.

Gambar 18.4. Penempatan Alat Kontrol di Bawah Meja yang Sering Membentur Lutut serta Gambaran Kompleksitas Displai yang Harus Dioperasikan

Selain redesain stasiun kerja, mikroklimat (suhu udara, kelembaban, kecepatan udara, intensitas penerangan dan kebisingan) harus dalam batas-batas nyaman, sehingga kondisi mikroklimat tidak memberikan beban tambahan bagi operator. Khususnya intensitas penerangan umum pada ruang ACC tidak terlalu menjadi permasalahan. Hal tersebut disebabkan karena objek kerja berada di sekitar monitor sehingga diperlukan penerangan lokal. Sedangkan operator lebih memilih mengatur *contrast* dan *bright* dari layar monitor, dengan alasan supaya tidak silau.

Untuk dapat memecahkan masalah ergonomi dengan baik, khususnya masalah sistem manusia-mesin, maka perlu dilakukan pendekatan *participatory*. Dalam hal ini setiap operator harus dilibatkan pada setiap langkah perbaikan, karena merekalah yang paling tahu masalah-masalah yang sedang dihadapi. Sedangkan pihak manajemen perlu mengembangkan '*open management*' dengan didasari pada *political will*. Partisipasi dalam ergonomi merupakan partisipasi aktif dari karyawan dengan supervisor dan managernya untuk menerapkan pengetahuan ergonomi di tempat kerjanya untuk meningkatkan kondisi lingkungan kerja [Nagamachi, 1993]. Dengan pendekatan *participatory*, maka semua orang yang terlibat dalam unit kerja akan selalu merasa terlibat, berkontribusi dan bertanggung jawab tentang apa yang mereka kerjakan. Didasarkan pada pendekatan participatoris

Ternyata para operator menginginkan adanya perubahan desain stasiun kerja yang lebih ergonomis. Berkaitan dengan hal tersebut maka redesain stasiun kerja yang diusulkan seperti pada gambar 18.5 disamping.

Gambar 18.5. Usulan Redesain Stasiun Kerja Operator ATC dengan Tipe U Memudahkan Jangkauan Area Kerja

18.3.2 Pengaruh Interaksi Manusia-Mesin terhadap Gangguan Sistem Muskuloskeletal

Mengingat sikap kerja operator ACC sebagian besar adalah duduk statis (pembebanan otot statis), maka metode subjektif untuk menilai gangguan ketidaknyamanan pada sistem muskuloskeletal tepat untuk digunakan [Corlett, 1992]. Dalam hal interaksi sistem manusia-mesin, apabila tidak ada keserasian antara operator dan sarana kerja yang digunakan, maka akan dapat menyebabkan gangguan pada anggota tubuh tertentu, lebih lanjut dikenal sebagai gangguan sistem muskuloskeletal. Gangguan tersebut terjadi oleh karena terjadinya sikap paksa pada anggota tubuh untuk dapat menyesuaikan atau mengoperasikan alat kerja, seperti gerakan menjangkau, membungkuk, memutar badan yang terjadi berulang-ulang.

Dari hasil pengisian kuesioner *Body Map* sebagian operator mengalami gangguan sistem muskuloskeletal. Kenyerian atau keluhan pada otot skeletal yang dominan adalah pada bagian pinggang (83,33%), punggung (66,67%), bahu kanan dan bokong (58,33%), leher atas dan lengan kanan atas (50%), dan anggota tubuh lainnya kurang dari 50%. Sedangkan hasil pengisian kuesioner *Body Map* dengan 4 skala *likert* (*pre-posttest*), didapatkan rerata skor sebelum kerja sebesar 32,50 ± 6,65 dan setelah kerja sebesar 36,67 ± 6,17. Dengan *uji t-paired* ternyata perbedaan rerata skor tersebut signifikan dengan *t* hitung = 3,44, p = 0,006. Pada penelitian sebelumnya dilaporkan bahwa hampir seluruh tenaga kerja yang bekerja dengan sikap kerja yang tidak alamiah dan dalam waktu yang lama juga mengalami gangguan sistem muskuloskeletal dan kelelahan otot setelah kerja bergilir [Chavalitsakulchai & Shahnavaz, 1991]. Dapat disimpulkan bahwa terjadinya gangguan sistem muskuloskeletal pada operator ACC tersebut kemungkinan besar disebabkan karena interaksi manusia-mesin yang tidak serasi dan terjadi berulang-ulang.

18.3.3 Penilaian Beban Kerja Operator ACC

Hubungan antara beban kerja dan kapasitas kerja dipengaruhi oleh berbagai faktor yang sangat kompleks, baik faktor internal maupun eksternal [Rodahl, 1989].

1. Faktor eksternal, meliputi:
   a) tugas-tugas (tasks) yang dilakukan baik yang bersifat fisik maupun bersifat mental;
   b) organisasi, seperti ; kerja bergilir, lamanya waktu kerja, waktu istirahat, *reward and punishment*, dll; serta
   c) lingkungan kerja, seperti; lingkungan kerja fisik, kimia, biologis, fisiologis dan psikologis.
2. Faktor internal, meliputi:
   a) faktor somatis (jenis kelamin, umur, ukuran tubuh, kondisi kesehatan, status gizi); dan
   b) faktor psikis (motivasi, persepsi, kepercayaan, dll.)

Bahwa salah satu pendekatan untuk mengetahui berat ringannya beban kerja fisik adalah dengan menghitung nadi kerja, konsumsi oksigen, kapasitas ventilasi paru dan suhu inti tubuh. Pada batas tertentu ventilasi paru, denyut jantung dan suhu tubuh mempunyai hubungan yang linier dengan konsumsi oksigen [Rutenfranz, 1991 dan Rodahl, 1989]. Katagori berat ringannya beban kerja didasarkan pada metabolisme, respirasi, temperatur dan denyut jantung menurut [Christensen, 1991].

Dari hasil penghitungan denyut nadi didapatkan rerata denyut nadi kerja sebesar 76,69 denyut/menit. Berdasarkan rerata denyut nadi kerja tersebut maka beban kerja dalam kategori ringan. Dibandingkan dengan rerata denyut nadi istirahat (65,94 denyut/menit) terdapat peningkatan denyut nadi sebesar 10,75 denyut/menit (16,3%). Pada uji statistik dengan *t-paired test* ternyata peningkatan tersebut signifikan (nilai t hitung 3,824 dan p=0,003). Dalam penelitian sebelumnya dilaporkan hasil yang hampir sama, bahwa beban kerja fisik operator ATC (tower) adalah ringan dengan rerata denyut nadi kerja 73 $\pm$ 2,68 denyut/menit [Idris dan Sutalaksana, 2001]. Kondisi tersebut kemungkinan besar disebabkan karena jenis pekerjaan operator ACC lebih bersifat mental dari pada fisik. Sedangkan penilaian beban kerja yang didasarkan pada penghitungan denyut nadi lebih ditujukan untuk beban kerja fisik, karena denyut jantung adalah suatu alat estimasi laju metabolisme yang baik, kecuali dalam keadaan emosi dan vasodilatasi [Konz, 1996]. Mengingat beban kerja fisik operator ACC dalam kategori ringan, maka penilaian beban kerja didasarkan pada denyut nadi tersebut kurang dapat diandalkan karena faktor emosi akan lebih menentukan.

Dalam penelitian beban kerja mental berdasarkan metode SWAT pada *shift* malam adalah antara ringan dan sedang. Sedangkan pada *shift* pagi beban kerja mental adalah tinggi. Hal tersebut berhubungan erat dengan banyaknya jumlah pesawat yang harus dilayani operator, di mana jumlah pesawat pada *shift* pagi lebih banyak dari pada *shift* malam [Idris dan Sutalaksana, 2001]. denyut jantung operator ATC lebih tinggi selama shift sore yang lebih sibuk (*the busy afternoon shift*) dari pada *shift* pagi [Rodahl, 1989]. Sedangkan penurunan kapasitas mental berpengaruh terhadap *vigilant behaviour* pada pekerjaan [Johnson, 1982.].

18.3.4 Pengaruh Shift Malam terhadap Kelelahan Subjektif

Secara fungsional seluruh organ pada siang hari adalah dalam keadaan siap beraktivitas (*ergotropic phase*), sedangkan pada malam hari adalah sebaliknya (*trophotropic phase*) yaitu fungsi tubuh secara alamiah akan beristirahat untuk penyegaran [Grandjean, 1993]. Oleh karena beberapa alasan baik teknis, ekonomi maupun sosial, maka kerja pada malam hari sering kali tidak dapat dihindarkan. Kondisi tersebut sering menyebabkan berbagai gangguan, seperti gangguan fisiologis (kualitas tidur rendah, kapasitas fisik dan mental turun, gangguan saluran pencernaan), gangguan psikologis, sosial maupun gangguan performansi kerja [Rutenfranz, 1991]. Secara umum gangguan fisiologis yang paling dominan dialami oleh pekerja malam adalah terjadinya kelelahan dan gangguan performansi kerja.

Dari hasil pengisian kuesioner kelelahan subjektif (30 item), dapat dijelaskan sebagai berikut.

1) Pada kelompok 10 item pertama (pelemahan kegiatan), persentase adanya kelelahan subjektif cukup tinggi dengan kisaran persentase antara 16,67 - 83,33%. Dari 10 item tersebut 9 item pertanyaan mempunyai persentase lebih dari 50%.
2) Pada kelompok 10 item ke dua (pelemahan motivasi), persentase adanya kelelahan subjektif relatif kecil dengan kisaran persentase antara 8,33 - 66,67%. Dari 10 item pertanyaan tentang pelemahan motivasi tersebut 9 item pertanyaan mempunyai persentase kurang dari 50%.
3) Pada kelompok 10 item ke tiga (kelelahan fisik), persentase adanya kelelahan subjektif juga cukup tinggi dengan kisaran antara 25,00 - 83,33%. Dari 10 item tersebut 5 item pertanyaan mempunyai persentase lebih dari 50%.

Dari uraian tersebut di atas dapat ditegaskan bahwa setelah bekerja pada shift malam, ternyata para operator masih mempunyai motivasi yang cukup tinggi. Namun demikian tidak dapat dihindarkan bahwa setelah bekerja 12 jam mereka mengalami kelelahan yang bersifat fisik karena kurang tidur. Hal tersebut terlihat dari hasil persentase kelelahan subjektif pada kelompok 10 item pertama dan ke tiga. Hasil penelitian ini juga sesuai dengan penelitian tentang kelelahan dan stress pada *air traffic controllers*. Di mana tingkat kelelahan (*weak, tense, tired, exhausted and sleepy*) terus menurun mulai dari 3 jam pertama kerja dan puncaknya terjadi pada 8-10 jam setelah kerja [Grandjean, Wotzka, Schaad. & Gilgen, 1971].

18.3.5 Pengaruh Shift Malam terhadap Tingkat Kecepatan, Ketelitian dan Konstansi Kerja

Salah satu efek bekerja pada *shift* malam adalah terjadinya gangguan performansi kerja. Hal ini dapat dipahami, karena bekerja pada waktu orang lain tidur atau sebaliknya adalah merubah fungsi alamiah tubuh. Untuk dapat melakukan pekerjaan dengan baik (meskipun tidak maksimum) adalah melalui proses adaptasi dan aklimatisasi yang cukup lama. Melalui uji kecepatan, ketelitian dan konstansi (*uji Bourdon Wiersma*) dapat digunakan sebagai indikasi dalam menentukan tingkat

performansi kerja. Dari hasil uji kecepatan (rerata waktu uji) dari 12 subjek didapatkan waktu rata-rata sebelum kerja adalah 8,24 detik dan setelah kerja 8,58 detik, sehingga hanya terjadi perbedaan kecepatan sebesar 0,35 detik dan secara statistik tidak signifikan ($p>0,05$). Berdasarkan interpretasi golongan didapatkan hasil, antara sebelum kerja dan setelah kerja rerata waktu (kecepatan) tidak ada perubahan (B= 83,3% dan CB=16,7%). Dari hasil uji kecepatan tersebut jelas bahwa kecepatan kerja operator ACC tidak mengalami penurunan setelah *shift* malam. Dalam hal ini faktor pendidikan dan latihan (khusus operator ATC) sebelum menjadi pegawai berpengaruh terhadap kecepatan gerak.

Pada uji ketelitian (banyaknya kesalahan yang dibuat) dari 12 subjek didapatkan rerata kesalahan sebelum kerja adalah sebanyak 10,25 dan setelah kerja sebanyak 10,58. Berarti hanya terdapat peningkatan kesalahan sebesar 0,33 dan secara statistik tidak signifikan ($p>0,05$). Berdasarkan interpretasi golongan didapatkan hasil, antara sebelum kerja dan setelah kerja tidak ada perubahan tingkat kesalahan (CB= 16,7%; C= 58,3%; R=16,7% dan K= 8,3%). Hal tersebut membuktikan bahwa kecepatan dan ketelitian merupakan dua hal yang tidak bisa sejajar, di mana semakin tinggi tingkat kecepatan, maka tingkat kesalahan akan semakin besar.

Sedangkan pada uji konstansi (perbandingan antara jumlah kuadrat dari deviasi dan waktu rata-rata) sebelum kerja didapatkan rerata konstansi hitung sebesar 3,97 dan setelah kerja sebesar 4,83. Berarti hanya terdapat perbedaan konstansi kerja sebesar 0,86 dan secara statistik juga tidak signifikan ($p>0,05$). Berdasarkan interpretasi golongan didapatkan tingkat konstansi antara sebelum kerja dan setelah kerja relatif tidak berubah (B= 8,3%; CB= 33,3%; C= 41,7% dan R=16,7%). Tingkat konstansi ini berhubungan dengan tingkat *alertness* seseorang, di mana semakin rendah tingkat konstansi, maka akan semakin rendah *alertnessnya* atau sebaliknya.

Dari uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa, tidak ada perbedaan yang signifikan antara sebelum kerja dan setelah kerja pada uji kecepatan, ketelitian dan konstansi kerja. Tingkat kecepatan yang 'Baik' yang diperagakan para operator ACC tersebut menyebabkan tingkat ketelitian dan konstansi yang rendah. Hal tersebut perlu diwaspadai karena tingkat ketelitian dan konstansi yang rendah sering menyebabkan kesalahan. Dalam hal demikian semakin tidak teliti dan tidak konstan kerja seseorang, maka akan semakin rendah pula tingkat performansi kerjanya.

18.4 Simpulan

Dari hasil dan pembahasan seperti tersebut di atas dapat disimpulkan hal-hal sebagai tersebut berikut ini.

1. Terjadi interaksi yang kurang serasi antara manusia-mesin pada operator *ACC*. Terbukti masih banyak sikap paksa pada operator waktu kerja seperti; gerakan menjangkau berlebihan, melihat monitor dengan sudut pandang yang terlalu besar dan tulang belakang tidak dapat tersandar dengan baik waktu duduk.

2. Tata letak sarana pendukung, seperti kabel dan alat kontrol kurang tepat yang menyebabkan rasa tidak aman dan tidak nyaman dalam bekerja.
3. Akibat interaksi manusia-mesin yang kurang serasi, sebagian operator mengalami gangguan sistem muskuloskeletal secara signifikan pada anggota tubuh bagian pinggang, punggung, bahu kanan dan bokong, leher atas dan lengan kanan atas.
4. Beban kerja operator ACC lebih bersifat mental dari pada fisik.
5. Setelah bertugas pada *shift* malam, sebagian besar operator mengalami kelelahan berupa pelemahan kegiatan dan kelelahan fisik. Namun demikian mereka tidak mengalami pelemahan motivasi.
6. Tingkat kecepatan, ketelitian dan konstansi kerja antara sebelum kerja dan setelah kerja tidak ada perubahan. Tingkat kecepatan yang tinggi menyebabkan tingkat ketelitian dan konstansi kerja menjadi rendah.

18.5 Saran

Dari hasil penelitian ini dapat disarankan hal-hal sebagai tersebut di bawah ini.

1. Perlu segera dipertimbangkan secara mendalam oleh pihak manajemen, redesain stasiun kerja yang didasarkan pada kemampuan, kebolehan dan batasan manusia pemakai, termasuk antropometri operator setempat. Hal ini dimaksudkan untuk menghilangkan sikap paksa waktu kerja.
2. Perlu dilakukan pendekatan participatoris yang melibatkan seluruh komponen (operator, supervisor dan para manager) dalam setiap perbaikan kondisi kerja.
3. Untuk mengurangi kelelahan dan menjaga performansi kerja, khususnya bagi operator *shift* malam yang perlu dilakukan adalah:
   * menyediakan tempat berbaring (lipat) pada ruang istirahat untuk beristirahat waktu tidak bertugas, serta
   * menyediakan *refreshment* dan *food suplement* untuk menjaga kondisi tubuh agar tetap fit selama bekerja.

18.6 Kepustakaan

Chavalitsakulchai, P. & Shahnavaz, H. 1991. Musculoskeletal Discomfort and Feeling of Fatigue among Female Professional Workers: The Need for Ergonomics Consideration. *Journal of Human Ergology* (20): 257-264.

Christensen, E.H. 1991. Physiology of Work. Dalam: Parmeggiani, L. ed. *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety*, Third (Revised) edt. ILO, Geneva: 1698-1700.

Corlett, E.N. 1992. Static Muscle Loading and Evaluation of Posture. Dalam: Wilson, J.R. & Corlett, E.N. eds. *Evaluation of Human Work, A Practical Ergonomics methodology*. Taylor & Francis Great Britain: 544-570.

Grandjean, E., Wotzka, G., Schaad, R. & Gilgen, A. 1971. Fatigue and Stress in Air Traffic Controllers. Dalam: Hashimoto, K. et.al. eds. *Methodology in Human Fatigue Assessment*. Taylor & Francis, Ltd. London: 159-165.

Grandjean, E. 1993. *Fitting the Task to the Man*, 4th edt. Taylor & Francis Inc. London.

Idris, T dan Sutalaksana, I.Z. 2001. Evaluasi Beban Kerja Operator Air Traffic Control dengan menggunakan Metode Objektif dan Subjektif. Dalam: Sutajaya, M. ed. *National-International seminar on Ergonomic-Sports Physiology*, Udayana University Press, Denpasar: 70-81.

Johnson, L.C. 1982. Sleep Deprivation and Performance. Dalam: Webb,W.B. ed. *Biological Rhythms, Sleep and Performance*, Wiley, New York.

Konz, S. 1996. Physiology of Body Movement. Dalam: Bhattacharya, A and McGlothlin, J.D. Eds. *Occupational Ergonomics*, Marcel Dekker, Inc. USA:47-61.

Manuaba, A. 1999. Ergonomi Meningkatkan Kinerja Tenaga kerja dan Perusahaan. Dalam: *Proceedings Simposium dan Pameran Ergonomi Indonesia 2000*, Tehnology Business Operation Unit IPTN, Bandung: I 1-9.

Manuaba, A. 1992. Penerapan Ergonomi Untuk Meningkatkan Kualitas Sumber Daya manusia dan Produktivitas. Dalam seminar K3, IPTN Bandung.

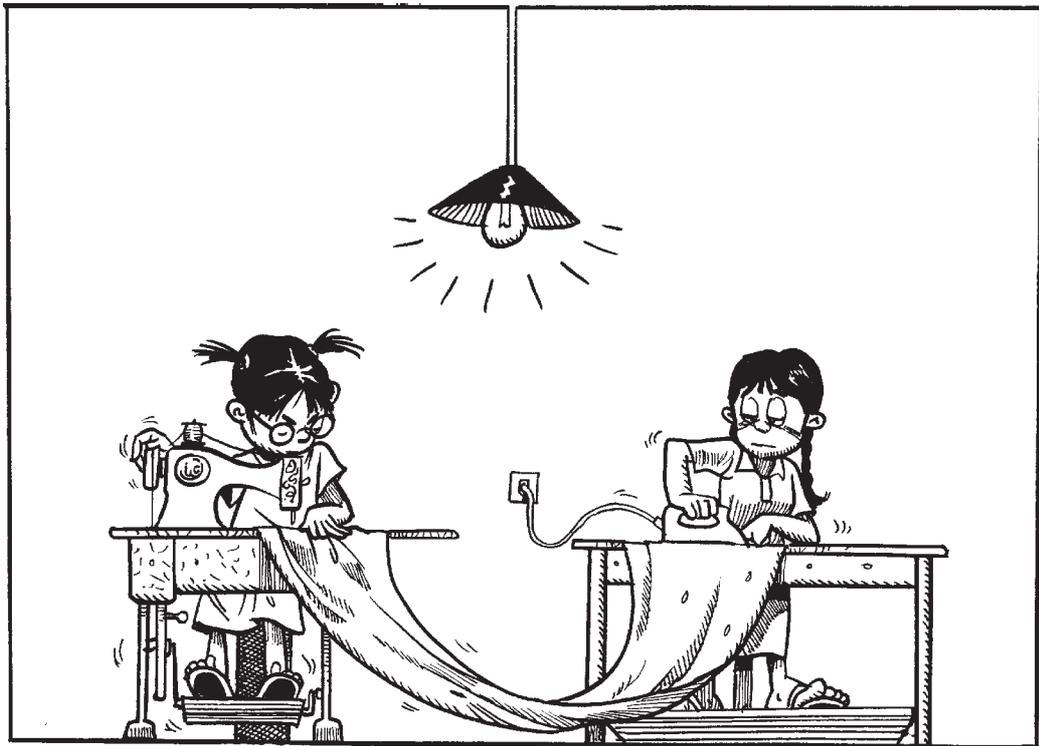
Nagamachi, M. 1993. Participatory Ergonomics A Unique Technology of Ergonomics Science. Dalam: Marass, W.S. et al. eds. *The Ergonomics Of Manual Work*. Taylor & Francis, London.

Pulat, B.M. 1992. *Fundamentals of Industrial Ergonomics*. Hall International, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.

Robins, S.P. 1998. Komunikasi. PT. Prenhallindo. Jakarta.

Rodahl, K. 1989. *The Physiology of Work*. Taylor & Francis Ltd. Great Britain.

Rutenfranz, J. 1991. Night Work. Dalam: Parmeggiani, L. ed. *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety*, Third (Revised) edt. ILO, Geneva: 1441-1442.

BAB 19

Pengaruh Sarana Kerja dan Mikroklimat terhadap Beban Kerja dan Kelelahan Bagi Penyetrika di Garmen

19.1 Latar Belakang

Industri garmen dewasa ini berkembang cukup pesat, dapat dibuktikan dengan banyaknya perusahaan-perusahaan garmen mulai dari garmen sebagai industri rumah tangga (*home industry*), industri garmen skala kecil (*small scale industry*) dan bahkan garmen dengan investasi skala besar dengan ribuan tenaga kerja. Namun demikian tingkat kesadaran para pengelola dan pemilik perusahaan dalam upaya perlindungan tenaga kerja terhadap kenyamanan, kesehatan dan keselamatan kerja serta kesejahteraan hidup pekerja masih sangat rendah.

Pada perusahaan-perusahaan garmen skala kecil (jumlah tenaga kerja <25 orang) telah berkontribusi kepada kemajuan pembangunan nasional yang sangat besar. Di samping mampu menyerap jumlah tenaga kerja yang tidak sedikit, penyebaran industri yang merata sampai ke desa-desa tentunya juga mengurangi masalah kerawanan sosial di perkotaan. Dari sudut pandang makro ergonomi, hal demikian sangat menguntungkan, karena alih teknologi juga akan ikut menyebar secara merata sampai ke desa-desa. Namun demikian, diperlukan pemikiran yang *holistic* agar masyarakat tidak salah pilih dalam alih teknologi tersebut. Pada kenyataannya, para pemilik industri, khususnya garmen dalam membeli peralatan kerja (seperti; mesin jahit, juki, bordir, dll.) hanya beorientasi pada harga dan belum mempertimbangkan faktor-faktor ergonomis.

Sarana kerja yang tidak ergonomis, lingkungan kerja yang tidak memenuhi syarat dan sikap kerja yang tidak alamiah merupakan sebagian besar masalah yang muncul pada perusahaan-perusahaan di Bali, khususnya dalam lingkup industri skala kecil. Masalah-masalah tersebut di samping memberikan beban tambahan

juga menyebabkan gangguan sistem muskuloskeletal, keluhan subjektif dan kelelahan yang berakibat kepada rendahnya produktivitas kerja. Adiputra, dkk. (2000) mengidentifikasi masalah-masalah yang muncul pada industri skala kecil di Bali adalah sebagai berikut.

1. Kondisi lingkungan kerja yang tidak baik, meliputi;
   - Intensitas penerangan, ventilasi, temperatur dan ruang kerja.
2. Sikap tubuh waktu kerja yang paling banyak terjadi, meliputi;
   - Sikap jongkok, memutar dan membungkuk.
3. Kondisi kerja yang tidak baik, meliputi;
   - *Work layout*, proses kerja, penanganan material, alat kerja yang tidak ergonomis, beban kerja berat, tidak tersedia Alat Pelindung Diri (APD).
4. Kualitas tenaga kerja yang tidak terpenuhi, meliputi;
   - Kemampuan kerja fisik yang rendah, pendidikan yang rendah, tanpa latihan , kurang perhatian, motivasi rendah, perusahaan tidak punya visi, tidak ada perencanaan tenaga kerja, sistem manajemen yang salah.
5. Tidak ada evaluasi dan monitoring.

Berdasarkan hal tersebut, maka evaluasi ergonomi terhadap sarana kerja, posisi kerja dan suhu lingkungan, khususnya industri skala kecil perlu dilakukan untuk mendapatkan data dalam upaya pemecahan masalah ergonomi.

19.2 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengidentifikasi masalah-masalah ergonomi yang berkaitan dengan sarana kerja, posisi kerja dan suhu lingkungan di ruang kerja penyetrikaan.
2. Untuk mengetahui pengaruh sarana kerja, posisi kerja dan suhu lingkungan terhadap beban kerja dan kelelahan bagi penyetrika.
3. Untuk mencari alternatif pemecahan masalah dalam upaya mengurangi beban kerja dan kelelahan pekerja melalui pendekatan ergonomi.

19.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Diperoleh data tentang sarana kerja, posisi kerja dan suhu lingkungan di ruang kerja penyetrika.
2. Diperoleh gambaran awal tentang pengaruh sarana kerja, posisi kerja dan suhu lingkungan terhadap beban kerja dan kelelahan yang timbul akibat pekerjaan menyetrika.
3. Dapat menentukan langkah-langkah perbaikan kondisi kerja tersebut dalam upaya mengurangi beban kerja dan kelelahan bagi penyetrika.

19.4 Metode Penelitian

19.4.1 Metode

Penelitian ini menggunakan rancangan *pretest-posttest group design* (Nazir, 1988). Variabel pengganggu seperti; jenis kelamin, umur, waktu kerja-istirahat, dikendalikan melalui *control by design*. Berdasarkan *purposive sampling* ditetapkan sebanyak 12 tenaga kerja wanita dari 3 perusahanan garmen sebagai sampel.

Selanjutnya dilakukan pengukuran terhadap anthropometri tenaga kerja, sarana kerja dan mikroklimat. Di samping itu juga dilakukan observasi terhadap posisi kerja, sikap dan cara kerja.

Beban kerja dihitung berdasarkan parameter denyut nadi kerja dengan menggunakan metode 10 denyut dengan cara palpasi pada arteri radialis. Penghitungan denyut nadi dilakukan pada waktu sebelum kerja (denyut nadi istirahat) dan sebelum istirahat (denyut nadi kerja). Di samping itu juga dilakukan pengukuran kelelahan didasarkan pada pemanjangan waktu reaksi rangsang suara dan rangsang cahaya (*psychomotor test*) pada waktu sebelum kerja dan pada akhir jam kerja.

19.4.2 Alat Pengambil Data

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Anthropometer merk super buatan Jepang dengan ketelitian 0,1 cm digunakan untuk mengukur anthropometri pekerja.
2. Meteran logam dengan ketelitian 0,1 cm digunakan untuk mengukur sarana kerja.
3. *Stop watch* merk casio buatan Jepang dengan ketelitian 0,01 detik digunakan untuk menghitung denyut nadi.
4. *Reaction timer* merk "Lakassida", buatan Indonesia, dengan ketelitian 0,01 mm detik, untuk mengukur kecepatan reaksi terhadap rangsang suara dan cahaya 'psychomotor test'.
5. *Questempo10 digital - area heat stress monitor* serial No.:JX020004 buatan Amerika dengan ketelitian 0,1O C, untuk mengukur suhu kering, suhu basah, suhu radiasi, kelembaban dan ISBB.
6. Termometer kata (H) F:390 buatan Jepang untuk mengukur kecepatan udara
7. Alat tulis untuk mencatat data.
8. Kamera merk pentax ESPIO 90 MC buatan Jepang, untuk mendokumentasikan sikap kerja dan alat kerja.

19.4.3 Analisis Data

Analisis data hasil pengukuran dilakukan dengan menggunakan program *SPSS 10.0 for windows*. Uji statistik yang akan dipakai untuk menganalisis data dari masing-masing pengukuran adalah sebagai berikut.

1. Hasil pengukuran sarana kerja dan anthropometri ditabulasi dan dianalisis secara deskriptif (rerata, simpang baku, kisaran dan *persentile*).
2. Hasil pengukuran mikroklimat ditabulasi dan dibandingkan dengan standar yang berlaku.
3. Hasil penghitungan denyut nadi kerja sebagai parameter beban kerja dibandingkan dengan kategori beban kerja menurut Grandjaen (1993). Sedangkan analisis perbedaan kemaknaan rerata antara denyut nadi istirahat dengan denyut nadi kerja di analisis dengan uji statistik *t-paired* pada tingkat kemaknaan (α =0,05).
4. Hasil pengukuran terhadap reaksi rangsang suara dan cahaya antara sebelum kerja dan pada akhir jam kerja dianalisis dengan uji *t-paired* pada tingkat kemaknaan (α =0,05).

19.5 Hasil Penelitian

Dari observasi dan pengukuran diperoleh hasil sebagai berikut.

1. Hasil pengukuran anthropometri statis tenaga kerja wanita penyetrika pada posisi duduk dan berdiri, disajikan pada tabel 19.1.

Tabel 19.1: Data Antropometri Statis Tenaga Kerja Wanita

No.	Mata Ukur	5-%ile (cm)	50-%ile (cm)	95-%ile (cm)	Sebaran
	Posisi berdiri				
1	Tinggi badan	144,9	152,4	158,6	7,84
2	Tinggi mata	135,6	143,6	149,2	8,13
3	Tinggi bahu	119,7	125,9	130,5	6,37
4	Tinggi siku	91,3	97,5	103,5	6,55
5	Pj pegangan tangan	55,4	57,1	58,6	1,77
6	Lebar bahu	35,3	36,1	37,0	0,95
7	Lebar pinggang	22,2	23,3	24,1	1,07
	Posisi duduk				
8	Tinggi duduk	77,4	81,7	84,5	4,3
9	Tinggi mata duduk	69,1	71,6	73,4	2,5
10	Tinggi bahu duduk	53,0	55,1	27,6	2,4
11	Tinggi siku duduk	22,4	25,1	27,6	2,9
12	Tinggi paha duduk	11,1	12,2	13,8	1,6
13	Pantat-perut depan	17,3	18,6	19,4	1,3
14	Panjang tungkai atas	41,6	42,6	43,6	1,1
15	Panjang tungkai bawah	34,9	36,8	38,5	2,0
16	Tinggi lutut	43,6	46,2	48,3	2,7

2. Sekitar 80% waktu kerja dilakukan dengan posisi duduk dan selebihnya dilakukan dengan posisi berdiri, berjalan, jongkok, mengangkat dan mengangkut bahan setrikaan. Waktu kerja adalah 7 jam/hari dengan istirahat siang selama 1 jam.
3. Sarana kerja (meja-kursi) setrika tidak ada yang *adjustable*. Ukuran meja setrika yang dipakai untuk sikap kerja duduk adalah tinggi berkisar antara 70-78 cm dengan panjang dan lebar sangat bervariasi. Kursi yang digunakan sebagian besar adalah kursi dengan bentuk bulat dan segi empat, tanpa sandaran pinggang dan sandaran tangan. Tinggi kursi berkisar antara 40-46 cm dengan diameter 35-40 cm.
4. Hasil pengukuran reaksi rangsang suara dan rangsang cahaya dan hasil penghitungan denyut nadi pada saat sebelum dan sesudah kerja disajikan pada tabel 19.2.

Tabel 19.2. Hasil Pengukuran Reaksi Rangsang Suara dan Cahaya serta Denyut Nadi.

No.	Reaksi Rangsang Suara (mmdet)			Reaksi Rangsang Cahaya (mmdet)			Denyut Nadi (denyut/menit)		
	Seb	Sed	Beda	Seb	Sed	Beda	Seb	Sed	Beda
1	307	404	97	214	412	198	78	98	20
2	261	272	11	282	325	43	82	102	20
3	255	379	124	206	232	26	78	98	20
4	236	249	13	219	236	17	80	100	20
5	301	325	24	326	412	83	84	106	22
6	205	268	63	260	262	2	80	104	24
7	203	210	7	236	248	12	82	106	24
8	229	302	73	206	271	65	76	96	20
9	199	234	35	225	234	9	84	100	16
10	200	219	19	240	270	30	86	106	20
11	217	276	59	269	279	10	80	94	14
12	209	243	34	289	375	86	78	94	16
Mean	235,2	281,8	46,68	247,7	296,3	48,67	80,67	100,3	19,67
SB	38,25	61,01	37,15	37,86	67,81	55,46	2,99	4,43	3,06

Keterangan: *Seb: sebelum, Sed: sesudah, Beda: perbedaan antara sebelum dan sesudah kerja, Mean: rerata, SB: simpang baku.*

5. Lingkungan kerja yang mengindikasikan adanya suhu lingkungan panas dan berpengaruh terhadap peningkatan beban kerja diukur pada lokasi dimana tenaga kerja bekerja. Hasil pengukuran mikroklimat disajikan pada tabel 19.3.

Tabel 19.3. Data Pengukuran Mikroklimat Pada Perusahaan Garmen

No.	Lokasi	Ta (OC)	Tb (OC)	Tg (OC)	ISBB (OC)	RH (%)	V (m/det)
1	CV.Lestari	30,8	27,6	32,3	29,0	79	0,27
2	CV. Mas Intan	31,2	28,7	32,9	29,9	82	0,14
3	Andre Garmen	32,1	29,0	33,4	30,3	80	0,09

Keterangan:

Ta: Suhu Kering *ISBB: Indek Suhu Bola Basah*
Tb: Suhu Basah *RH: Relatih Humidity*
Tg: Suhu Bola *V: Kecepatan Udara*

19.6 Pembahasan

19.6.1 Penilaian terhadap Beban Kerja

Berat ringannya beban kerja sangat dipengaruhi oleh jenis aktivitas (beban kerja utama), dan lingkungan kerja (beban tambahan). Menurut Astrand & Rodalh (1977); Suma'mur (1982) dan Grandjean (1993) salah satu pendekatan untuk mengetahui berat ringannya beban kerja adalah dengan menghitung nadi kerja, konsumsi oksigen, kapasitas ventilasi paru atau suhu inti tubuh. Pada batas tertentu ventilasi paru, denyut jantung dan suhu tubuh mempunyai hubungan yang linier dengan konsumsi oksigen atau pekerjaan yang dilakukan.

Dari hasil penghitungan denyut nadi didapatkan rerata denyut nadi kerja sebesar 100,3 denyut/menit. Berdasarkan rerata denyut nadi kerja tersebut maka pekerjaan menyetrika dalam kategori beban kerja sedang. Dibandingkan dengan rerata denyut nadi istirahat (80,7 denyut/menit) ternyata terdapat peningkatan denyut nadi sebesar 19,67 denyut/menit atau meningkat sebesar 24,4%. Pada uji statistik dengan *t-paired test* ternyata peningkatan tersebut adalah signifikan (nilai t hitung 22,3 dan p=0,000).

19.6.2 Pengaruh Posisi Kerja Duduk

Posisi kerja duduk terus-menerus pada waktu yang lama seperti yang terjadi pada pekerjaan menyetrika sangat tidak menguntungkan. Di samping pekerjaan akan terasa membosankan, beban kerja juga akan meningkat sehingga kelelahan cepat muncul. Menurut Astrand & Rodalh (1977); Grandjean (1993) kerja statis adalah kerja berat (strenous). Sedangkan Onishi (1991) melaporkan bahwa kerja dengan posisi duduk terus-menerus menyebabkan kontraksi otot menjadi statis dan *the load pattern* menjadi lebih kuat dibandingkan dengan kontraksi dinamis. Di samping itu, pada kondisi yang hampir sama, kerja otot statis dibandingkan dengan dinamis; konsumsi energi lebih tinggi, denyut nadi meningkat, dan diperlukan waktu pemulihan yang lebih lama.

Pekerjaan menyetrika memungkinkan untuk dilakukan dalam dua posisi kerja (duduk dan berdiri) bergantian. Posisi kerja tersebut telah banyak diusulkan, di antaranya oleh Grandjean (1993); NOHSC (1992); Kroemer (1994); Sutalaksana (2000). Hal tersebut dimaksudkan untuk menghindarkan kejenuhan dan ketegangan otot-otot pada anggota tubuh yang statis serta mengubah sikap kerja yang monotoni menjadi lebih bervariasi.

Mengingat pekerjaan setrika memerlukan sedikit penekanan dengan tangan, maka untuk mendapatkan hasil kerja yang optimal dan sikap tubuh yang alamiah, tinggi objek kerja harus berada 10 cm di bawah tinggi siku (Suma'mur, 1982; NOHSC:3015, 1992; Tarwaka, 1995; Manuaba, 1998). Ukuran meja-kursi setrika yang digunakan pada industri garmen tersebut tidak anthropometris (tinggi meja 70-78 cm dan tinggi kursi 40-46 cm) sedangkan tinggi siku duduk untuk 5-%*ile* adalah 22,5 cm. Sehingga tinggi objek kerja berada antara 8-11 cm diatas tinggi siku duduk. Keadaan tersebut menyebabkan sikap kerja yang tidak alamiah, memberikan beban kerja tambahan dan akhirnya menyebabkan kelelahan otot.

Untuk mengatasi keadaan tersebut, diusulkan ukuran tinggi landasan kerja yang sesuai untuk posisi kerja duduk dan berdiri bergantian yaitu 5-%*ile* tinggi siku berdiri (91,3 cm) dikurangi ± 10 cm (pekerjaan dengan sedikit penekanan). Jadi tinggi landasan kerja tersebut adalah ± 81,3 cm. Selanjutnya, agar pada sikap kerja duduk landasan kerja tetap berada 10 cm di bawah tinggi siku, maka tinggi kursi diperhitungkan dari tinggi landasan kerja dikurangi ± 10 cm ditambah 5-%*ile* tinggi siku duduk (81,3-10+22,4) adalah ± 68,9 cm. Agar tungkai bawah tidak menggantung maka harus dilengkapi dengan injakan kaki ± 34 cm (dihitung dari tinggi kursi dikurangi 5-%*ile* panjang tungkai bawah). Dengan perbaikan sarana kerja tersebut secara otomatis akan diikuti perbaikan posisi kerja. Sutajaya (2000) melaporkan bahwa dengan perbaikan kondisi kerja dapat mengurangi gangguan sistem muskuloskeletal secara signifikan. Lebih lanjut Susilowati (2000) menyatakan bahwa posisi kerja mempunyai pengaruh yang posisitif terhadap peningkatan produktivitas dan penurunan keluhan subjektif. Semakin baik posisi kerja maka produktivitas akan semakin meningkat dan keluhan subjektif karyawan akan semakin menurun. Dengan demikian perbaikan sarana kerja dan posisi kerja penyetrika harus dilakukan untuk mengurangi beban kerja dan kelelahan.

19.6.3 Kelelahan Akibat Kerja.

Kelelahan adalah suatu mekanisme perlindungan tubuh agar tubuh terhindar dari kerusakan lebih lanjut sehingga terjadi pemulihan setelah istirahat. Kelelahan secara umum ditandai dengan berkurangnya kemauan untuk bekerja yang disebabkan oleh monotoni, intensitas dan lamanya kerja fisik, keadaan lingkungan, dan sebab-sebab mental. Di samping itu terjadinya kelelahan juga ditandai oleh

melambatnya waktu kontraksi dan relaksasi otot dan memanjangnya waktu laten yaitu waktu di antara perangsangan dan waktu mulai kontraksi (Grandjean, 1993). Salah satu pendekatan untuk mengukur tingkat kelelahan adalah dengan *psychomotor test*. Test tersebut dimaksudkan untuk mengukur kelelahan subjektif dengan cara yang objektif yaitu dengan mengukur reaksi terhadap rangsang cahaya dan suara.

Dari hasil pengukuran reaksi rangsang suara didapatkan rerata sebelum kerja 235,17 mmdet dan setelah kerja 281,75 mmdet. Sehingga terdapat pemanjangan waktu reaksi rangsang suara sebesar 46,58 mmdet (19,8%). Pemanjangan waktu reaksi suara tersebut secara statistik adalah signifikan dengan nilai t hitung 4,34 dan p=0,001. Pengukuran reaksi rangsang cahaya didapatkan rerata sebelum kerja sebesar 247,67 mmdet dan setelah kerja sebesar 296,33 mmdet. Sehingga terdapat pemanjangan waktu reaksi rangsang cahaya sebesar 48,67 mmdet (19,7%). Pemanjangan waktu reaksi cahaya tersebut secara statistik juga signifikan dengan nilai t hitung 3,04 dan p=0,011. Terjadinya pemanjangan waktu reaksi rangsang suara dan cahaya tersebut menunjukkan bahwa tenaga kerja mengalami kelelahan setelah bekerja. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Setyawati (2000) yang menyatakan bahwa tingkat kelelahan pada pekerja pembatik yang menggunakan peralatan kerja tidak ergonomis lebih tinggi dari pada pekerja yang bekerja dengan peralatan kerja ergonomis.

19.6.4 Penilaian Mikroklimat di Ruang Kerja Penyetrikaan.

Di samping sarana kerja dan posisi kerja, mikroklimat juga berpengaruh terhadap tingkat kenyamanan karyawan, yang dapat meningkatkan beban kerja dan mempercepat munculnya kelelahan dan keluhan subjektif (ACGIH, 1995; Bernard, 1996; Manuaba, dkk.1998). Dari hasil pengujian mikroklimat didapatkan bahwa ISBB pada ruangan setrika cukup tinggi (29,0-30,3°C). Berdasarkan rekomendasi ACGIH (1995); PERMENNAKER NO.15 (1999), untuk pekerjaan dengan beban kerja sedang dengan ISBB sebesar 29,4 ^{o}C hanya boleh kerja 50% dan istirahat 50%. Hasil penelitian tersebut hampir sama dengan penelitian Tarwaka (1998) dimana dengan berpedoman pada nilai ISBB, pekerja *laundry* dan *kitchen* hotel yang terpapar suhu panas lingkungan hanya diperbolehkan bekerja 50% dan istirahat 50%.

Kondisi tersebut diperburuk oleh tingginya kelembaban yang menyebabkan sulit untuk berkeringat sehingga badan terasa panas dan gerah. Sedangkan kipas angin yang terpasang hanya berfungsi menggerakkan udara, tetapi tidak dapat memberikan sirkulasi atau pergantian udara segar. Agar tenaga kerja dapat bekerja selama 8 jam terus menerus tanpa adanya gangguan kesehatan dan kenyamanan,

maka ISBB harus diusahakan maksimum 26,7 ^{o}C dan kelembaban 60-70%. Bernard (1996) berpendapat bahwa tingkat tekanan panas (*heat stress*) dapat diturunkan melalui pengendalian teknis (*engineering controls*). Metode pengendalian tersebut dapat dilakukan dengan cara:

1) Mengurangi temperatur dan kelembaban. Cara ini dapat dilakukan melalui ventilasi pengenceran (*dilution ventilation*) atau pendinginan secara mekanis (*mechanical cooling*). Cara ini telah terbukti secara dramatis dapat menghemat biaya dan meningkatkan kenyamanan.
2) Meningkatkan pergerakan udara. Peningkatan pergerakan udara melalui *fans* dimaksudkan untuk memperluas pendinginan evaporasi (*to enhance evaporate cooling*), tetapi tidak boleh melebihi 2 m/det. Sehingga perlu dipertimbangkan bahwa menambah pergerakan udara pada temperatur yang tinggi ($> 40^{o}$C) dapat berakibat kepada peningkatan tekanan panas.

Dari pendapat tersebut diatas, dapat ditegaskan bahwa kondisi yang harus dipertimbangkan dalam desain sistem ventilasi adalah adanya sirkulasi udara yang baik, sehingga terjadi pergantian udara dalam ruangan dengan udara segar dari luar secara terus menerus. Di samping itu faktor pakaian dan pemberian minum harus juga dipertimbangkan dalam mengatasi masalah panas lingkungan.

19.7 Simpulan

Dari analisis data dan pembahasan dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut.

1. Posisi kerja dengan duduk terus-menerus pada pekerjaan menyetrika menyebabkan kerja statis dan *strenuous*.
2. Ukuran sarana kerja (meja-kursi) setrika yang digunakan tidak sesuai dengan anthropometri pemakainya, sehingga menyebabkan sikap paksa.
3. Beban kerja untuk pekerjaan menyetrika termasuk dalam kategori sedang.
4. Pengaruh posisi kerja statis, ukuran sarana kerja yang tidak anthropometris, dan suhu lingkungan panas menyebabkan beban kerja meningkat sehingga menyebabkan kelelalan bagi para pekerja.

19.8 Saran

Penelitian ini baru pada tingkat observasi dan pengukuran awal. Untuk membuktikan apakah terjadinya sikap paksa, meningkatnya beban kerja dan terjadinya gangguan sistem muskuloskeletal dan kelelahan yang dialami oleh tenaga kerja tersebut betul-betul disebabkan oleh faktor-faktor seperti tersebut di atas, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut berupa perbaikan posisi kerja, sarana kerja dan lingkungan kerja.

19.9 Kepustakaan

American Conference of Govermental Industrial Hygienists, 1995. Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices. ACGIH, Cincinati, USA.

Adiputra, N.; Sutjana, D.P. & Manuaba, A., 2000. Ergonomics Intervention in Small-Scale Industry in Bali. Dalam: Lim, K.Y. eds. Proceedings of the Joint Conference of APCHI and ASEAN Ergonomics, Singapore. hal.404-408.

Astrand, P.O. and Rodahl, K., 1977. Textbook of Work Physiology-Physiological Bases of Exercise, 2nd ed. McGraw-Hill Book Company. USA. hal. 449-480.

Bernard, T.E., 1996. Occupational Heat Stress. Dalam: Bhattacharya, A. and McGlothlin, J.D. Eds. Occupational Ergonomics, Marcel Dekker, Inc. USA. hal.195-218.

Grandjean, E., 1993. Fitting the Task to the Man, 4th ed. Taylor & Francis Inc. London.

Kroemer, K.H.E., 1994. Ergonomics How to Design for Ease and Effeciency. Prentice Hall International, Inc. USA

Manuaba, A., 1998. Bunga Rampai Ergonomi Vol. I dan II Universitas Udayana, Denpasar.

Nazir, M., 1988. Metodologi Penelitian, Cet. Ke-3. Ghalia Indonesia.

NOHSC, 1992. Guidance Note for the Prevention of Occupational Overuse Syndrome in The Manufacturing Industry, Worksafe, Australia, NOHSC:3015.

Onishi, N., 1991. Japan's Modern Industrial Approach to Low Back Pain Problems. J. Human Ergol., 20: 103-108.

Peraturan Menteri Tenaga Kerja. No. 15, 1999. Nilai Ambang Batas Faktor Fisik di Tempat Kerja, Jakarta.

Setyawati, L., 2000. Pengaruh Pengadaan Peralatan yang Ergonomis terhadap Tingkat kelelahan Kerja dan Stress Psikososial, Dalam: Wignyosoebotro, S. & Wiratno, S.E., Eds. Proceedings Seminar Nasional Ergonomi. PT. Guna Widya. Surabaya. hal. 94-99..

Suma'mur, P.K., 1982. Higene Perusahaan dan Keselamatan Kerja. Cet. Ke-4, Penerbit PT.Gunung Agung, Jakarta.

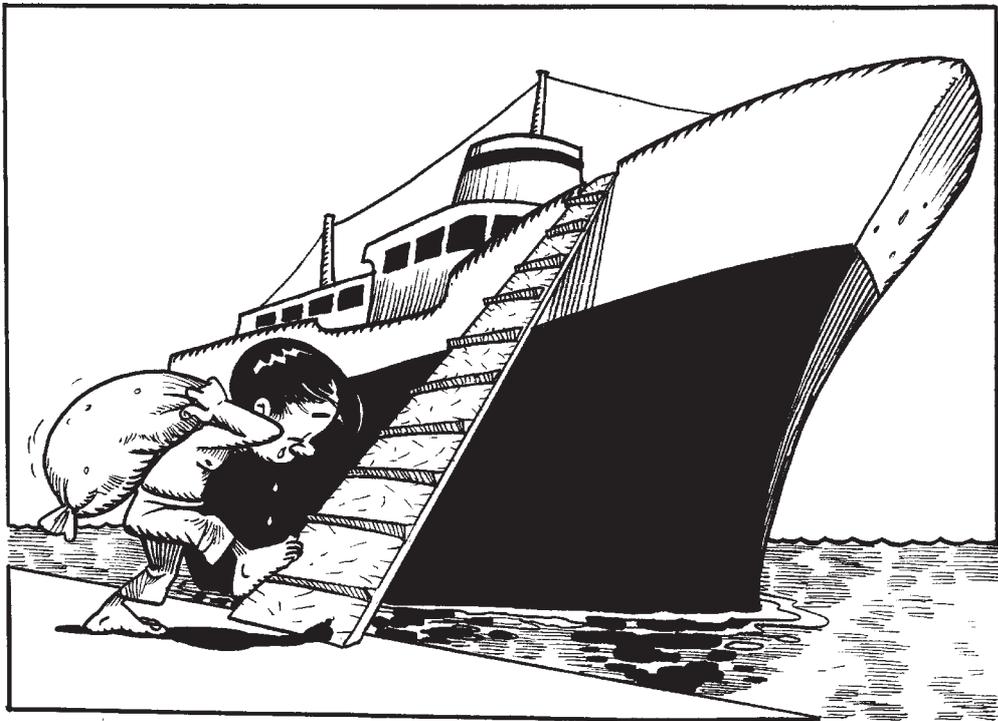
Susilowati, S., 2000. Pengaruh Posisi Kerja terhadap Produktivitas dan Keluhan Subjektif Karyawan. Dalam: Wignyosoebroto, S. & Wiratno, S.E., Eds. Proceedings Seminar Nasional Ergonomi. PT. Guna Widya. Surabaya. hal. 219-223.

Sutajaya, I Made & Citrawathi M.D., 2000. Perbaikan Kondisi Kerja Mengurangi Beban Kerja dan Gangguan pada Sistem Muskuloskeletal Mahasiswa dalam Menggunakan Mikroskop di Laboratorium Biologi STKIP Singaraja. Dalam: Wignyosoebroto, S. & Wiratno, S.E., Eds. Proceedings Seminar Nasional Ergonomi. PT. Guna Widya. Surabaya. hal. 239-242.

Sutalaksana, IZ., 2000. Duduk, Berdiri dan Ketenagakerjaan Indonesia. Dalam: Wignyosoebroto, S. & Wiratno, S.E., Eds. Proceedings Seminar Nasional Ergonomi. PT. Guna Widya. Surabaya. Hal.9-10.

Tarwaka, 1995. Penyerasian Alat Kerja terhadap Perkembangan Anthropometri Tenaga Kerja Wanita pada Sektor Industri Pakaian Jadi di Bali. Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja. XXVIII(2).: 47-55.

Tarwaka, 1998. The Study of Worker's Heat Stress Effects in Laundry and Kitchen. Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja. XXX(4)-XXXI(1).: 44-57.

BAB 20

Analisis Pengaruh Aktivitas Angkat di Pelabuhan

20.1 Pendahuluan

Dalam rangka menghasilkan pertumbuhan ekonomi yang maksimal, pembangunan bangsa Indonesia dewasa ini lebih dikonsentrasikan pada pengembangan dan pendayagunaan Sumber Daya Manusia (SDM). Seiring dengan program pengembangan dan pendayagunaan SDM tersebut, pemerintah juga memberikan jaminan kesejahteraan, kesehatan dan keselamatan kerja melalui berbagai bentuk peraturan dan perundang-undangan di bidang ketenagakerjaan. Namun demikian dalam pelaksanaannya masih banyak ditemukan berbagai bentuk penyimpangan, sehingga jaminan kesejahteraan, kesehatan dan keselamatan kerja para pekerja sering diabaikan. Pekerjaan angkat dan angkut merupakan salah satu contoh dari sekian banyak kondisi kerja yang masih perlu mendapat perhatian. Seperti kita ketahui bahwa jenis pekerjaan angkat dan angkut merupakan salah satu aktivitas tertua dari kegiatan manusia sehari-hari. Khususnya di pelabuhan Benoa, pekerjaan angkat dan angkut melibatkan ratusan pekerja untuk bongkar muat baik dari kapal maupun dari kontainer. Di samping pekerjaan bongkar muat merupakan pekerjaan fisik yang berat, faktor-faktor lain seperti kondisi kerja dan lingkungan kerja yang tidak ergonomis juga memberikan beban tambahan kepada para pekerja.

Masalah-masalah tersebut di atas apabila tidak dikendalikan dengan baik, akan dapat memberikan stres kepada pekerja yang melampaui batas kemampuannya, pada akhirnya dapat menyebabkan gangguan kenyamanan, kesehatan dan keselamatan para pekerja. Bahwa pekerjaan *manual handling* dan *lifting* merupakan penyebab utama terjadinya cedera tulang belakang (*back pain*). Di samping itu sekitar 25% kecelakaan kerja juga terjadi akibat pekerjaan *material manual handling* [Pulat, 1992 dan Helander, 1995]. Sebelumnya dilaporkan bahwa sekitar 74% cedera tulang belakang disebabkan oleh karena aktivitas mengangkat (*lifting activities*) [Grandjean, 1993]. Mengingat tingginya resiko cedera, khususnya cedera tulang belakang pada aktivitas mengangkat, maka kondisi tersebut perlu mendapat perhatian tersendiri.

Untuk mengetahui sejauh mana pengaruh pekerjaan bongkar muat di pelabuhan Benoa, maka penelitian ini perlu dilakukan dalam upaya mencari alternatif pemecahan masalah, sehingga pekerja dapat bekerja secara nyaman, aman, sehat, efisien dan produktif.

20.2 Metode dan Materi

20.2.1 Metode

Penelitian dilakukan di pelabuhan Benoa. Objek yang diteliti meliputi; sikap kerja; cara mengangkat; medan kerja; beban angkat dan lingkungan kerja. Sedangkan pengaruh yang diteliti meliputi; beban kerja, gangguan otot skeletal dan kelelahan akibat kerja. Penelitian ini merupakan studi kasus dengan rancangan *one-group pre test-post test design*. Berdasarkan *purposive sampling* ditetapkan sebanyak 25 orang pekerja bongkar muat sebagai subjek. Selanjutnya dilakukan observasi terhadap sistem kerja bongkar muat dari kontainer dan dilakukan pengukuran mikroklimat di sekitar lokasi kerja.

Beban kerja dihitung berdasarkan parameter denyut nadi kerja dengan menggunakan metode 10 denyut dengan cara palpasi pada arteri radialis. Penghitungan denyut nadi dilakukan pada waktu sebelum kerja dan sebelum istirahat. Di samping itu juga dilakukan pengisian kuesioner tentang gangguan sistem muskuloskeletal pada akhir jam kerja dengan menggunakan kuesioner *Nordic Body Map*. Kelelahan diukur berdasarkan reaksi rangsang suara dan cahaya selama 2 kali yaitu sebelum kerja dan setelah kerja.

20.2.2 Analisis Data

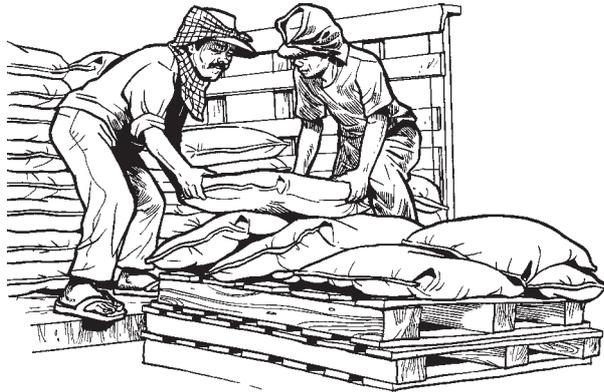
Analisis data hasil pengukuran dilakukan dengan menggunakan program SPSS 10.0 *for windows*. Uji statistik yang akan dipakai untuk menganalisis data dari masing-masing pengukuran adalah sebagai tersebut berikut ini.

1) Hasil observasi sistem kerja dianalisis secara deskriptif yang dianalisis.
2) Analisis perbedaan kemaknaan rerata antara denyut nadi istirahat dengan denyut nadi kerja di analisis dengan uji statistik *t-paired* pada tingkat kemaknaan (α =0,05).
3) Hasil pengukuran reaksi rangsang suara dan cahaya antara sebelum kerja dan pada akhir jam kerja dianalisis dengan uji *t-paired* pada tingkat kemaknaan (α =0,05).
4) Untuk menganalisis adanya gangguan sistem muskuloskeletal pada pekerja adalah menggunakan analisis proporsional.

20.3 Hasil dan Pembahasan

20.3.1 Sistem Kerja pada Pekerjaan Bongkar Muat dari Kontainer

Dari beberapa masalah ergonomi dalam sistem kerja bongkar muat, yang pa-ling dominan adalah aktivitas angkat-angkut. Oleh karena aktivitas angkut sudah dilakukan dengan menggunakan alat bantu forklift truck, maka bahasan ini hanya difokuskan pada aktivitas angkat. Mengingat sampai saat ini aktivitas angkat pada bongkar muat material baik dari kapal maupun dari kontainer masih dilakukan secara manual. Untuk mencegah terjadinya efek cedera pada anggota tubuh yang rawan (seperti, pinggang dan punggung), maka aktivitas tersebut harus dilakukan dengan benar.

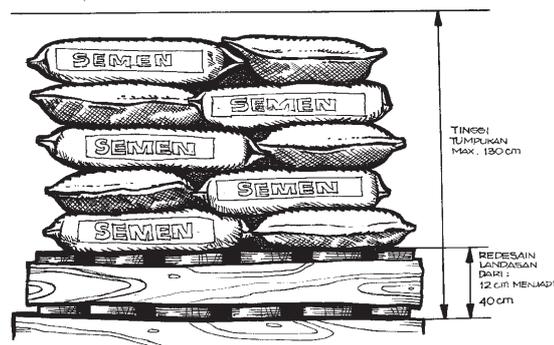
Pada kenyataannya, cara mengangkat yang dilakukan para pekerja bongkar muat tersebut salah, yang disebabkan karena ketinggian landasan angkat yang terlalu rendah. Dimana pekerja selalu membungkukkan pinggang saat mengangkat (gambar 20.1). Kondisi tersebut jelas tidak dapat memberikan perlindungan terhadap tulang belakang dan menyebabkan biaya tinggi. Di Amerika dilaporkan bahwa, hampir 20% dari seluruh kasus cedera di tempat kerja dan hampir 25% dari pembayaran kompensasi kesehatan merupakan kasus cedera tulang belakang [Waters & Putz-Anderson, 1996].

Gambar 20.1. Landasan Angkat Terlalu Rendah dan Cara Angkat Salah Menyebabkan Posisi Angkat Membungkuk

Mengingat banyaknya kasus dan tingginya biaya akibat kenyerian tulang belakang, kondisi tersebut harus mendapat perhatian yang serius. Cara angkat yang baik harus memenuhi dua prinsip kinetis. Pertama, beban diusahakan menekan pada otot tungkai yang kuat dan sebanyak mungkin otot tulang belakang yang lebih lemah dibebaskan dari pembebanan. Kedua, momentum gerak badan dimanfaatkan untuk mengawali gerakan. Untuk mencegah terjadi kerusakan tulang belakang lebih lanjut, maka harus memberikan pengertian dan penjelasan kepada para pekerja tentang teknik mengangkat yang benar.

Secara garis besar teknik tersebut adalah sebagai berikut di bawah ini [Thurman, Louzine, & Kogi, 1988; Grandjean, 1993 dan Helander, 1995].

1) Pegangan terhadap bahan yang diangkat harus tepat.
2) Lengan harus berada sedekat mungkin dengan badan dan dalam posisi lurus.
3) Posisi tulang belakang harus tetap lurus.
4) Dagu segera ditarik setelah kepala bisa ditegakkan.
5) Posisi kaki merenggang untuk membagi momentum dalam posisi mengangkat.
6) Berat badan dimanfaatkan untuk; menarik dan mendorong, sedangkan gaya untuk gerakan dan perimbangan.
7) Beban diusahakan sedekat mungkin terhadap garis vertikal yang melalui pusat gravitas tubuh (*center of gravity*).

Selain cara-cara mengangkat yang benar tersebut, cara lain yang dapat dilakukan adalah dengan meredesain tinggi landasan angkat sehingga ke tinggi beban yang diangkat berada antara ketinggian lutut dan bahu (40-130 cm dari alas kaki). Hal tersebut dapat dilakukan dengan cara:

1) tinggi rak landasan semen yang diangkut *forklift* ditinggikan dari 12 cm menjadi 40 cm; atau dengan menumpuk 3 rak semen kosong sebagai landasan.
2) tumpukan semen mak-simum 5 zak ke atas dan 2-3 zak ke samping, sehingga ketinggian maksimum semen dari alas kaki 130 cm (gambar 20.2).

Gambar 20.2. Redesain Ketinggian Objek Kerja

20.3.2 Penilaian Lingkungan Kerja Panas

Dari hasil pengujian mikroklimat di sekitar lokasi bongkar muat, didapatkan rerata Indeks Suhu Bola Basah (ISBB) sebesar 32,7°C. Dirokemendasikan bahwa, untuk pekerjaan dengan beban kerja berat dengan ISBB sebesar 32,7°C maksimum hanya boleh kerja 25% dan istirahat 75% [ACGIH, 1991 dan Permennaker, 1999]. Kondisi tersebut diperburuk oleh tingginya suhu radiasi dari pancaran sinar matahari (39,3°C) dan kelembaban (82%) yang menyebabkan sulit untuk berkeringat sehingga badan terasa panas dan gerah. Untuk mengatasi keadaan tersebut pekerja harus menggunakan pakaian yang dapat memantulkan panas (warna terang); topi; sepatu; pembagian waktu kerja-istirahat yang tepat dan sesering mungkin minum air untuk mengganti cairan tubuh yang hilang.

Di samping sistem kerja (cara mengangkat; ketinggian landasan kerja; waktu kerja; regu kerja;dll.), ternyata mikroklimat juga dapat mempengaruhi performansi kerja yang pada akhirnya dapat meningkatkan beban kerja dan mempercepat munculnya kelelahan dan keluhan subjektif [ACGIH, 1991dan Bernard, 1996].

20.3.3 Penilaian Beban Kerja pada Pekerjaan Bongkar Muat

Salah satu pendekatan untuk mengetahui berat ringannya beban kerja fisik adalah dengan menghitung nadi kerja, konsumsi oksigen, kapasitas ventilasi paru dan suhu inti tubuh. Pada batas tertentu ventilasi paru, denyut jantung dan suhu tubuh mempunyai hubungan yang linier dengan konsumsi oksigen atau pekerjaan yang dilakukan [Astrand and Rodahl, 1977 dan Grandjean, 1993]. Dari hasil penghitungan denyut nadi didapatkan rerata denyut nadi kerja sebesar 133,92 denyut/menit. Berdasarkan rerata denyut nadi kerja tersebut maka beban kerja dalam kategori beban berat. Dibandingkan dengan rerata denyut nadi istirahat (76,75 denyut/menit) terdapat peningkatan denyut nadi sebesar 57,17 denyut/menit (74,49 %). Pada uji statistik dengan *t-paired test* ternyata peningkatan tersebut signifikan (nilai t hitung 25,76 dan p=0,000). Mengingat beban kerja fisik dalam kategori berat, maka kondisi tersebut menyebabkan beban kardiovaskuler meningkat sehingga kelelahan akan cepat muncul. Pada penelitian serupa dilaporkan hasil yang hampir sama, di mana rerata denyut nadi kerja pada pekerjaan pengecoran beton adalah sebesar 135,5 denyut/menit (beban berat). Hal tersebut disebabkan karena kondisi pekerjaan (aktivitas angkat-angkut dan paparan suhu panas lingkungan) juga hampir sama [Sudiajeng, Tarwaka dan Hadi, 2001]. Lebih direkomendasikan batas beban kardiovaskuler yang aman yaitu denyut nadi kerja tidak melebihi 110 denyut/menit untuk 8 jam shift kerja dan tidak melebihi 130 denyut/menit untuk sebagian shift kerja [Konz, 1996]. Berdasarkan rekomendasi tersebut, maka pekerjaan bongkar muat dengan kategori beban berat tersebut tidak boleh dilakukan selama 8 jam terus-menerus. Mengingat setiap regu kerja bongkar muat hanya bekerja sekitar 60 menit per shift kemudian istirahat dan menunggu giliran berikutnya, maka pembagian waktu kerja tersebut cukup baik.

Mengingat sebagian besar pekerja mempunyai persentase beban kardiovaskuler yang tinggi, maka diperlukan adanya perbaikan kondisi kerja dan bekerja dalam waktu yang singakat. Hal tersebut di samping untuk mengurangi beban kerja, juga untuk mengurangi adanya gangguan otot skeletal dan kelelahan.

20.3.4 Pengaruh Aktivitas Angkat terhadap Keluhan Muskuloskeletal

Pekerjaan bongkar muat yang dilakukan secara manual merupakan pekerjaan fisik berat yang melibatkan pengerahan otot baik statis maupun dinamis. Dilaporkan bahwa aktivitas mengangkat yang salah akibat *overexertion* sering menyebabkan cedera pada anggota tubuh bagian belakang [Pulat, 1992]. Sedangkan pada aktivitas *lifting, handling and dragging loads* merupakan kerja otot statis dan diklasifikasikan sebagai kerja berat. Namun demikian problem utama dari bentuk kerja tersebut bukan masalah kerja berat pada otot, melainkan lebih banyak pada pemakaian dan kerusakan pada *intervertebral discs* dengan peningkatan resiko cedera bagian belakang (*back troubles*). Kondisi tersebut menyebabkan penurunan tingkat mobilitas dan vitalitas pekerja [Grandjean, 1993].

Dari hasil pengisian kuesioner *Nordic Body Map* pada akhir jam kerja, ternyata sebagian besar operator mengalami gangguan sistem muskuloskeletal. Kenyerian atau keluhan pada otot skeletal yang dominan adalah pada bagian punggung dan pinggang (91,67%); bahu kiri & kanan, lutut kiri & kanan (88,33%); lengan atas kiri, betis kanan dan jari kaki kiri (66,7%); sedangkan anggota tubuh lainnya kurang dari 50%. Pada penelitian sebelumnya, dilaporkan bahwa hampir seluruh tenaga kerja yang bekerja dengan sikap kerja yang tidak alamiah dan dalam waktu yang lama juga mengalami gangguan sistem muskuloskeletal dan kelelahan otot setelah kerja bergilir. Di samping itu juga dilaporkan bahwa 25% kecelakaan disebabkan karena aktivitas angkat-angkut; 50-60% cedera pinggang disebabkan karena aktivitas mengangkat dan menurunkan material [Pulat, 1992].

20.3.5 Pengaruh Pekerjaan Bongkar Muat terhadap Kelelahan

Kelelahan adalah suatu mekanisme perlindungan tubuh agar tubuh terhindar dari kerusakan lebih lanjut sehingga terjadi pemulihan setelah istirahat. Kelelahan secara umum ditandai dengan berkurangnya kemauan untuk bekerja yang disebabkan oleh karena monotoni, intensitas dan lamanya kerja fisik, keadaan lingkungan, sebab-sebab mental, status kesehatan dan keadaan gizi. Faktor penyebab terjadinya kelelahan di tempat kerja sangat bervariasi, dan untuk memelihara/mempertahankan kesehatan dan efisiensi, proses penyegaran harus dilakukan diluar tekanan (*cancel out the stress*). Penyegaran terjadi terutama selama waktu tidur malam, tetapi periode istirahat dan waktu-waktu berhenti kerja juga dapat memberikan penyegaran [Grandjean, 1993]. Kelelahan subjektif biasanya terjadi pada akhir 8 jam kerja/hari, apabila rata-rata beban kerja melebihi 30-40% dari tenaga aerobik maksimal [Astrand & Rodahl, 1977 dan Pulat, 1992].

Kaitannya dengan pekerjaan bongkar muat di pelabuhan Benoa, faktor utama penyebab kelelahan adalah bersumber dari pekerjaan itu sendiri, karena jenis pekerjaan tersebut adalah pekerjaan fisik yang berat. Sedangkan faktor-faktor lain yang dapat mempercepat terjadinya kelelahan adalah cara mengangkat yang salah dan panas lingkungan yang tinggi. Dalam penelitian ini kelelahan diukur secara objektif dengan mengukur reaksi terhadap rangsang cahaya dan rangsang suara. Tingkat kelelahan diindikasikan dari terjadinya pemanjangan waktu reaksi antara sebelum kerja dengan setelah kerja.

Dari hasil pengukuran didapatkan rerata reaksi rangsang suara sebelum kerja 264,08 mmdet dan setelah kerja 318,42 mmdet. Sehingga terdapat pemanjangan

waktu reaksi rangsang suara sebesar 54,33 mmdet (20,57%). Pemanjangan waktu reaksi rangsang suara tersebut secara statistik adalah signifikan dengan nilai t hitung 5,77 dan p=0,000. Pengukuran reaksi rangsang cahaya didapatkan rerata sebelum kerja sebesar 271,63 mmdet dan setelah kerja sebesar 321,75 mmdet. Sehingga terdapat pemanjangan waktu reaksi rangsang cahaya sebesar 50,13 mmdet (18,46%). Pemanjangan waktu reaksi cahaya tersebut secara statistik juga signifikan dengan nilai t hitung 3,93 dan p=0,001. Terjadinya pemanjangan waktu reaksi rangsang suara dan cahaya tersebut menunjukkan bahwa tenaga kerja mengalami kelelahan setelah bekerja. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Setyawati (2000) yang menyatakan bahwa tingkat kelelahan pada pekerja pembatik dengan sikap kerja tidak ergonomis lebih tinggi dari pada pekerja yang bekerja dengan sikap tubuh alamiah.

Dari uraian tersebut di atas dapat ditegaskan bahwa setelah bekerja 3 kali shift (masing-masing shift kerja sekitar 60 menit-istirahat 45 menit), ternyata pekerja bongkar muat msih mengalami kelelahan yang cukup signifikan. Untuk mengatasi keadaan tersebut, perlu dilakukan pengendalian secara administratif, yaitu menyediakan tempat yang teduh untuk digunakan pada saat pekerja istirahat, sehingga terjadi pemulihan segera setelah bekerja pada tiap shifnya.

20.4 Simpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan seperti tersebut di atas dapat disimpulkan hal-hal sebagai tersebut berikut ini.

1. Sistem kerja, seperti pembagian regu kerja; jam kerja-istirahat sudah cukup baik.
2. Teknik cara mengangkat dan ketinggian landasan kerja tidak ergonomis.
3. Beban kerja fisik dan beban kardiovaskuler dalam kategori beban berat.
4. Berdasarkan indek suhu bola basah (ISBB), pekerjaan bongkar muat hanya boleh bekerja 25% dan 75% istirahat.
5. Pengaruh cara mengangkat yang salah, kondisi kerja yang tidak ergonomis dan lingkungan panas menyebabkan gangguan otot skeletal (khususnya tulang belakang) dan kelelahan.

20.5 Saran

Dari hasil penelitian ini dapat disarankan hal-hal sebagai tersebut di bawah ini.

1. Perbaikan ketinggian landasan kerja, melalui redesain rak landasan semen dengan ketinggian 40 cm.
2. Menginformasikan dan melatih pekerja bongkar muat tentang penggunaan teknik cara mengangkat yang benar tahap demi setahap.
3. Untuk mengurahi efek tekanan panas, pekerja harus memakai pakaian kerja yang dapat memantulkan cahaya (warna terang); topi; sepatu dan sarung tangan kulit. Sedangkan untuk menggantikan cairan tubuh yang hilang akibat panas radiasi, pekerja harus sesering mungkin minum air yang ditambah dengan garam elektrolit.

4. Menyediakan tempat peneduh untuk istirahat, sehingga terjadi rekuperasi secepatnya setelah kerja.
5. Mengingat berat beban (semen) 50 kg dirasakan berat oleh para pekerja, maka kepada perusahaan pembuat harus melakukan redesain dengan batasan berat beban semen maksimum 40 kg per zak.
6. Kepada pihak pemerintah diharapkan segera membuat standar baku tentang batas optimum beban angkat dan angkut.

20.6 Kepustakaan

American Conference of Govermental Industrial Hygienists, 1991. *Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices*. ACGIH, Cincinati, USA.

Astrand, P.O. and Rodahl, K. 1977. *Textbook of Work Physiology-Physiological Bases of Exercise*, 2nd edt. McGraw-Hill Book Company. USA: 449-480.

Bernard, T.E., 1996. Occupational Heat Stress. Dalam: Bhattacharya, A. and McGlothlin, J.D. Eds. *Occupational Ergonomics*, Marcel Dekker, Inc. USA:195-218.

Grandjean, E. 1993. Fitting the Task to the Man, 4th edt. Taylor & Francis Inc. London: 104-114.

Helander, M. 1995. *A Guide to the Ergonomics of Manufacturing*. Taylor & Francis, Great Britain: 39-54.

Konz, S. 1996. Physiology of Body Movement. Dalam: Bhattacharya, A and McGlothlin, J.D. Eds. *Occupational Ergonomics*, Marcel Dekker, Inc. USA:47-61.

Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. 15, 1999. Nilai Ambang Batas Faktor Fisik di Tempat Kerja, Jakarta.

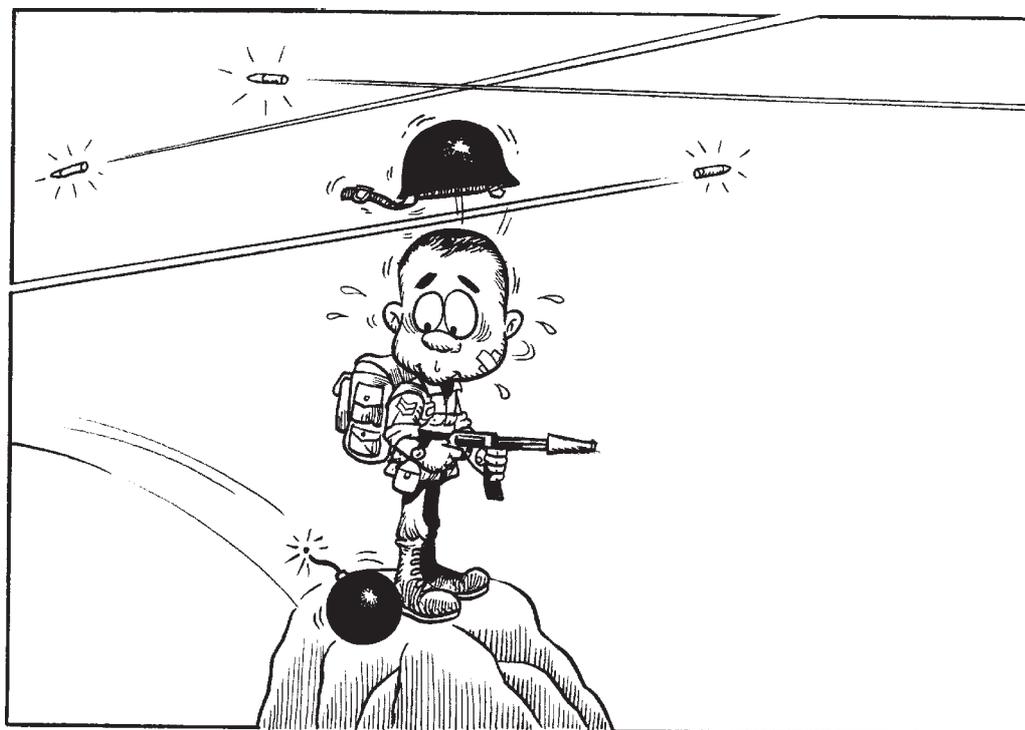
Pulat, B.M. 1992. *Fundamentals of Industrial Ergonomics*. Hall International, Englewood Cliffs, New Jersey, USA: 52-56.

Setyawati, L. 2000. Pengaruh Pengadaan Peralatan Ergonomis terhadap Tingkat Kelelahan Kerja dan Stress Psikososial. Dalam: Wignyosoebroto, S. & Wiratno, S.E., Eds. *Proceedings Seminar Nasional Ergonomi*. PT. Duna Widya. Surabaya: 94-99.

Sudiajeng, L., Tarwaka, Hadi, S. 2001. Ergonomics Evaluation of Lifting and Carrying in Traditional Pouring Concrate Slab for Multilevel Building. Dalam: Sutajaya, M. ed. *National-International seminar on Ergonomic-Sports Physiology*, Udayana University Press, Denpasar: 31-37.

Thurman, J.E., Louzine, A.E. & Kogi, K. 1988. *Higher Productivity and a Better Place to Work. Action manual*. International Labour Office, Geneva: 25-32.

Waters, T.R. & Putz-Anderson, V. (1996). Manual Material Handling. Dalam: Bhattacharya, A and McGlothlin, J.D. Eds. *Occupational Ergonomics*, Marcel Dekker, Inc. USA:329-346.

BAB 21

Penilaian Ambang Dengar Tenaga Kerja Terpapar Kebisingan Intensitas Rendah (Di Bawah NAB)

21.1 Latar Belakang

Gangguan terhadap pemajanan kebisingan sangat bervariasi tergantung dari tingkat intensitas dan karakteristik kebisingan. Dari sudut pandang ergonomi, pengaruh pemajanan kebisingan pada intensitas yang rendah umumnya berupa gangguan komunikasi, ketidaknyamanan dan gangguan performansi kerja. Tetapi, pada pemajanan kebisingan dengan intensitas yang lebih tinggi khususnya yang melebihi Nilai Ambang Batas (NAB >85 dBA) dan dalam waktu yang lama dapat menurunkan fungsi indera pendengaran yang bersifat sementara kemudian berlanjut permanen (AIHA, 1975; Sander & McCormick, 1987 dan Patrick, 1990). Dan tanpa disadari penurunan daya dengar tersebut akan memberikan pengaruh psikologis terutama terhadap pergaulan sehari-hari dengan keluarga maupun kontak sosial dalam masyarakat.

Di banyak negara seperti Amerika dan Indonesia sendiri menetapkan NAB 85 dB(A) untuk 8 jam kerja sehari sebagai batas aman untuk kesehatan pendengaran. Sedangkan untuk beberapa negara, seperti di Eropa masih menetapkan NAB sebesar 90 dB(A). Namun demikian apakah pemajanan kebisingan <85 dB(A) secara terus-menerus tidak akan menurunkan fungsi pendengaran tentunya masih perlu diteliti lebih lanjut.

Daya dengar seseorang di dalam menangkap suara dipengaruhi oleh faktor internal maupun eksternal. Faktor internal meliputi umur, kondisi kesehatan maupun riwayat penyakit yang pernah diderita. Sedangkan faktor eksternal dapat meliputi tingkat intensitas suara di sekitarnya, lamanya terpajan dengan kebisingan, karakteristik kebisingan serta frekuensi suara yang ditimbulkan (Patrick, 1990). Dari berbagai faktor yang dapat mempengaruhi ambang dengar tersebut, yang paling menonjol adalah faktor umur dan lamanya pemajanan terhadap kebisingan. Dari kedua faktor tersebut kemudian muncul asumsi bahwa semakin tua seseorang dan semakin lama terpajan kebisingan, maka tingkat ambang dengar seseorang akan semakin tinggi.

Untuk mengetahui apakah seseorang yang mengalami penurunan daya dengar disebabkan karena umur atau akibat pemajanan kebisingan perlu dilakukan pemeriksaan audiometri dan dilihat pada frekuensi-frekuensi berapa seseorang tidak mampu mendengar. Namun dalam penelitian ini hanya difokuskan pada analisis perbedaan rerata ambang dengar antara kelompok umur dan kelompok masa kerja yang menggambarkan lamanya pemaparan terhadap pemajanan kebisingan <85 dB(A).

21.2 Metode dan Materi Penelitian

Berdasarkan purposive sampling ditetapkan jumlah sampel sebanyak 30 orang tenaga kerja dari 6 perusahan bengkel di Kabupaten Badung Bali.. Ke-30 sampel tersebut dibagi dalam 3 kelompok masa kerja (1-5th, 6-10th dan >10th) dan 3 kelompok umur (21-30th, 31-40th dan 41-50th). Rerata tingkat intensitas kebisingan pada ke-3 perusahaan tersebut khususnya pada ruang bengkel adalah 80,3-84,6 dB(A). Dari ke-30 sampel tersebut dilakukan pemeriksaan audiometri dengan menggunakan alat audiometer type D pada suatu ruangan tertutup dengan intensitas suara lingkungan < 50 dB(A). Dalam penelitian ini digunakan metode studi komparatif untuk membandingkan antara kelompok umur dan kelompok masa kerja. Sedangkan untuk menguji kemaknaan perbedaan antara kelompok digunakan uji statistik '*one way anova*' dengan tingkat kemaknaan (α =0,05). Lebih lanjut untuk mengetahui ada tidaknya korelasi antara umur dan masa kerja digunakan uji korelasi dari pearson.

21.3 Hasil Penelitian

Pemeriksaan audiometri terhadap 30 orang tenaga kerja yang terpajan kebisingan dibawah NAB (<85 dBA) disajikan dalam rerata ambang dengar. Setiap pemeriksaan tingkat ambang dengar (dB) diukur pada 5 frekuensi (500, 1000, 2000, 4000 dan 8000 Hz). Rerata ambang dengar tenaga kerja terhadap umur dan masa kerja disajikan masing-masing pada tabel 21.1 dan 21.2.

Tabel 21.1. Rerata Ambang Dengar (dB) Audiometri Tenaga Kerja terhadap Umur Pada Berbagai Frekuensi Pemeriksaan.

Freq (Hz)	Ambang Dengar (dB) terhadap Umur						Uji Statistik *'Anova' (p)*	
	Telinga Kanan			Telinga Kiri				
	21-30th (n=10)	31-40th (n=11)	41-50th (n=9)	21-30th (n=10)	31-40th (n=11)	41-50th (n=9)	Telinga Kanan	Telinga Kiri
500	25,5	27,7	32,7	24,0	25,5	31,6	0,010	0,004
1000	21,0	23,3	30,0	19,0	21,8	27,8	0,001	0,011
2000	16,0	19,5	21,7	17,0	19,5	26,7	0,008	0,008
4000	16,0	21,8	25,6	15,5	20,9	29,4	0,008	0,002
8000	16,5	18,6	28,9	16,5	19,5	30,6	0,000	0,000

Tabel 21.2. Rerata Ambang Dengar (dB) Audiometri Tenaga Kerja terhadap Masa kerja Pada Berbagai Frekuensi Pemeriksaan.

Freq (Hz)	Ambang Dengar (dB) terhadap Masa Kerja						Uji Statistik *'Anova' (p)*	
	Telinga Kanan			Telinga Kiri				
	1-5th (n=10)	6-10th (n=10)	>10th (n=10)	1-5th (n=10)	6-10th (n=10)	>10th (n=10)	Telinga Kanan	Telinga Kiri
500	25,5	26,0	27,2	24,0	24,5	28,0	0,119	0,065
1000	21,0	23,5	26,0	19,0	21,5	23,5	0,045	0,178
2000	16,0	18,5	20,5	17,0	17,0	23,5	0,036	0,043
4000	16,0	20,0	24,0	15,5	18,0	26,5	0,022	0,006
8000	16,5	16,5	23,5	16,5	16,5	25,0	0,013	0,005

21.4 Pembahasan

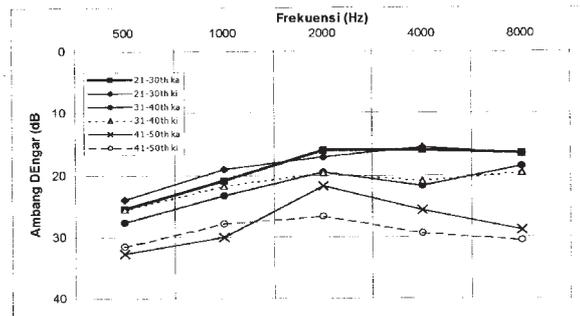
Pengaruh dari pemajanan kebisingan pada intensitas yang melebihi NAB sudah jelas yaitu berupa kehilangan daya dengar baik sementara maupun permanen. Semakin tinggi intensitas dan semakin lama terpajan kebisingan maka akan semakin tinggi ambang dengarnya (Grandjean, 1993). Bagi tenaga kerja yang tidak pernah terpajan kebisingan, seperti karyawan kantor dan sejenisnya, penurunan daya dengar yang terjadi kemungkinan besar disebabkan karena faktor usia. Tetapi bagi tenaga kerja yang sering terpajan kebisingan meskipun masih dibawah NAB (<85 dBA) pengaruhnya terhadap daya dengar masih belum jelas. Sebagai gambaran awal pada 'consensus conferece of noise & hearing loss' (1990) telah disimpulkan bahwa pada tingkat intensitas kebisingan <75 dB(A) meskipun terpajan dalam waktu yang lama tidak dapat menyebabkan kehilangan pendengaran yang bersifat permanen. Sedangkan OSHA (1983) juga mengabaikan kebisingan <80 dB(A) di dalam 'permissible noise exposure'. Faktor usia dan masa kerja menjadi pertimbangan yang sangat penting untuk menentukan apakah kedua faktor tersebut berpengaruh pada ambang dengar khususnya bagi tenaga kerja yang terpajan kebisingan <85 dB(A).

21.4.1 Pengaruh Usia terhadap Ambang Dengar

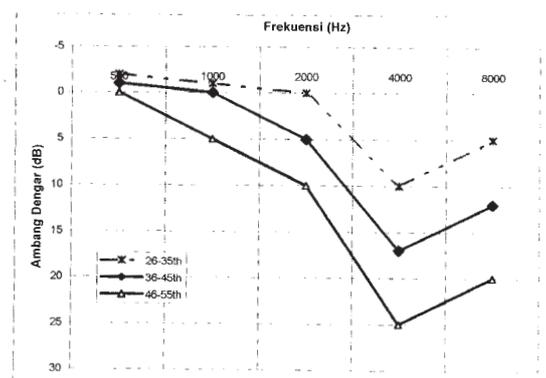
Dari hasil analisis seperti diilustrasikan dalam gambar 21.1, dapat dijelaskan bahwa perbedaan rerata ambang dengar baik telinga kanan maupun kiri dari seluruh kelompok umur (21-30th, 31-40th dan 41-50th) menunjukkan hasil yang signifikan (p<0,05) pada seluruh frekuensi pemeriksaan. Rerata ambang dengar kelompok umur 41-50th pada seluruh frekuensi adalah lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok umur 31-40th dan 21-30 th.

Ambang dengar tertinggi dari ketiga kelompok umur tersebut terjadi pada frekuensi rendah (500 Hz). Sedangkan ambang dengar terendah terjadi pada frekuensi 2000 Hz. Apabila dilihat dari perbedaan rerata antara dua kelompok umur pada '*post Hoc Test*' bahwa kelompok umur 21-30th dan 31-40th pada seluruh frekuensi tidak signifikan (p>0,05) baik telinga kanan maupun kiri. Perbedaan

rerata ambang dengar antara kelompok umur 31-40th dan 41-50th tidak signifikan (p>0,05) hanya pada frekuensi 2000 dan 4000 Hz. Sedangkan rerata ambang dengar antara kelompok umur 21-30th dan 41-50th adalah berbeda bermakna (p<0,05) pada seluruh frekuensi baik telinga kanan maupun kiri.

Hal yang hampir sama ditunjukkan oleh hasil penelitian Plakke & Dare (1992) tentang penurunan daya dengar pada para petani, dimana kenaikan ambang dengar lebih tinggi pada kelompok umur 50th dibandingkan kelompok umur 40th dan 30th. Demikian juga dari hasil penelitian Suwarno (2000) bahwa kenaikan ambang dengar tenaga kerja laki-laki akibat usia terjadi mulai pada kelompok umur 36-45th.

Gambar 21. 1. Grafik Audiometri Telinga Kanan dan Kiri Pada Tenaga Kerja Terpajan Kebisingan Dibawah NAB Menurut Kelompok Umur

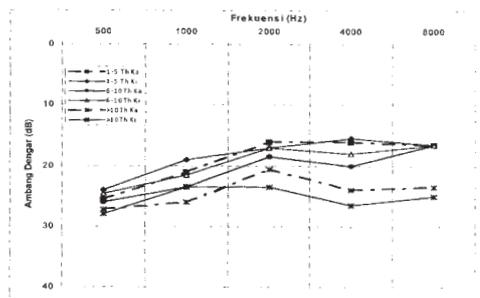
Sebagai pembanding hasil penelitian lainnya, diambil salah satu penelitian tentang ambang dengar tenaga kerja laki-laki di Amerika yang bekerja di industri yang bebas dari penyakit telinga menurut kelompok umur. Audiogram rerata ambang dengar tenaga kerja Amerika tersebut disajikan dalam Gambar 21.2 dibawah.

Terlihat dalam kedua gambar tersebut hasil yang berlawanan pada frekuensi rendah khususnya 500 dan 1000 Hz. Hasil penelitian menunjukkan ambang dengar yang lebih tinggi pada frekuensi tersebut, sedangkan untuk tenaga kerja Amerika pada seluruh kelompok umur justru menunjukkan rerata ambang dengar yang sangat rendah (mendekati dB 0).

Gambar 21. 2. Grafik Audiogram Rerata Ambang Dengar Tenaga Kerja Laki-laki di Amerika Tanpa 'Otological Disease'.

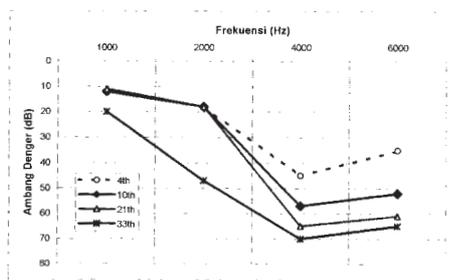
Sedangkan rerata ambang dengar tertinggi tenaga kerja Amerika terjadi pada frekuensi 4000Hz (akibat pemajanan kebisingan). Pulat (1992) dan Grandjean (1993) menyatakan bahwa ambang dengar meningkat secara progresif dengan umur. Dari audiogram hasil penelitian tersebut jelas nampak bahwa usia sangat berpengaruh terhadap tingkat ambang dengar tenaga kerja, karena hasil audiogram tidak menunjukkan kenaikan ambang dengar pada frekuensi 4000 Hz..

21.4.2 Pengaruh Masa Kerja terhadap Ambang Dengar

Telah dijelaskan sebelumnya, bahwa lamanya waktu pemajanan terhadap kebisingan dengan intensitas tinggi berpengaruh terhadap penurunan daya dengar. Semakin lama terpajan dengan kebisingan akan semakin tinggi ambang dengar (dB) seseorang. Dalam penelitian ini akan dibahas apakah lamanya waktu pemajanan terhadap kebisingan <85dB(A) berpengaruh terhadap ambang dengar (dB) tenaga kerja. Dalam hal ini lamanya waktu pemapajan diasumsikan dalam masa kerja

Dari audiogram yang diilustrasikan pada gambar 21.3 dapat dijelaskan bahwa rerata ambang dengar telinga kanan dan kiri dari seluruh kelompok masa kerja (1-5th, 6-10th dan >10th) berbeda bermakna (p<0,05) pada frekuensi 2000, 4000 dan 8000 Hz. Sedangkan pada frekuensi rendah (500 dan 1000 Hz) ketiga kelompok tidak ada perbedaan yang signifikan (p>0,05). Lebih lanjut dari '*Post Hoc Tests*' dapat dijelaskan bahwa perbedaan antara kelompok 1-6th dan 5-10th dari seluruh frekuensi tidak signifikan (p<0,05). Antara kelompok 6-10th dan >10th juga tidak ada perbedaan yang bermakna (p<0,05) kecuali pada frekuensi 8000 Hz. Sedangkan perbedaan rerata ambang dengar antara kelompok 1-6th dan >10th adalah signifikan (p<0,05) pada seluruh frekuensi. Rerata ambang dengar kelompok masa kerja >10th pada seluruh frekuensi pemeriksaan ternyata lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok masa kerja 6-10th dan 1-5th. Hal tersebut menunjukkan bahwa masa kerja berpengaruh terhadap tingkat ambang dengar tenaga kerja, khususnya pada tenaga kerja yang mempunyai masa kerja >10th.

Gambar 21. 3. Grafik Audiometri Telinga Kanan dan Kiri Pada Tenaga Kerja Terpajan Kebisingan Dibawah NAB Menurut Kelompok Masa Kerja

Untuk mengetahui pengaruh kenaikan ambang dengar tersebut disebabkan karena lamanya waktu pemajanan (masa kerja) perlu dibandingkan dengan hasil lain. Sebagai pembanding diambil salah satu penelitian tentang penurunan daya

dengar akibat pemajanan kebisingan dengan intensitas tinggi berdasarkan lamanya waktu pemajanan.

Gambar 21. 4. Perubahan Ambang Dengar Menetap yang Diinduksi Oleh Kebisingan Berdasarkan lamanya Waktu Pemajanan (AIHA, 1975)

Dari gambar 21.4. tersebut jelas terlihat bahwa pada seluruh kelompok masa kerja kenaikan ambang dengar terjadi pada frekuensi 4000 Hz. Sedangkan pada frekuensi rendah (500 dan 1000 Hz) perubahan ambang dengar tetap kecil. Menurut Pulat (1992); Grandjean (1993); Plog (1995) dan Dobie (1995) menyatakan bahwa terjadinya penurunan daya dengar pada frekuensi 4000 Hz dibandingkan frekuensi lain menunjukkan bahwa kehilangan pendengaran tersebut disebabkan karena pemajanan kebisingan pada intensitas tinggi.

Sementara itu dari hasil penelitian ini menunjukkan hasil yang tidak sama, dimana pada frekuensi 4000 Hz rerata ambang dengar (dB) tenaga kerja justru rendah, sedangkan pada frekuensi yang lebih rendah (500 dan 1000 Hz) dan frekuensi tinggi (8000 Hz) menunjukkan adanya kenaikan ambang dengar. Hal tersebut membuktikan bahwa kenaikan ambang dengar tenaga kerja terpapar kebisingan <85 dB(A) bukan karena pemajanan kebisingan tinggi, melainkan karena faktor umur. Dalam hal ini dapat dibuktikan bahwa umur mempunyai korelasi yang positif dengan masa kerja. Dari uji korelasi pearson antara umur dan masa kerja didapatkan koefisien korelasi (r) sebesar 0,834. untuk itu dapat diasumsikan bahwa semakin tua umur maka akan semakin lama masa kerja seseorang.

Untuk mengetahui apakah terpajan kebisingan pada intensitas <85 dB(A) aman untuk fungsi pendengaran dapat dibandingkan dengan standar orang normal. WHO (1995) memberikan standar bahwa apabila seseorang masih mampu mendengar kurang dari 30 dB pada frekuensi pembicaraan (500, 1000 dan 2000 Hz), maka dapat dinyatakan normal pendengaranya. Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa hampir dari seluruh kelompok umur dan masa kerja pada hampir seluruh frekuensi rerata ambang dengarnya masih dibawah 30dB (normal). Hal ini memberikan gambaran bahwa terpajan kebisingan dibawah NAB (85 dB) tidak memberikan efek yang dapat menyebabkan kehilangan pendengaran menetap. Sedangkan kenaikan ambang dengar tersebut lebih dominan disebabkan karena umur (*presbycusis*).

21.5 Simpulan

Dari pembahasan tersebut diatas dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Rerata ambang dengar (dB) tenaga kerja yang terpajan kebisingan <85dB(A) lebih tinggi pada frekuensi rendah (500 dan 1000 Hz) dan frekuensi tinggi (8000 Hz) dari pada frekuensi 4000 Hz.
2. Kenaikan ambang dengar pada kelompok umur 46-50th lebih tinggi dari pada kelompok umur 31-40th dan 21-30th.
3. Kenaikan ambang dengar pada kelompok masa kerja >10th juga lebih tinggi dari pada kelompok masa kerja 6-10th dan 1-5th.
4. Terdapat hubungan yang kuat antara usia dengan masa kerja.
5. Kenaikan ambang dengar tenaga kerja tersebut disebabkan karena usia/masa kerja (age deafness), dan bukan karena pemajanan kebisingan (noise deafness).
6. Terpajan kebisingan dibawah 85 dB(A) untuk sementara tidak menyebabkan penurunan fungsi pendengaran secara menetap.

21.6 Kepustakaan

American Conference of Govermental Industrial Hygienists, 1995. Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices, ACGIH, Cincinati, USA.

American Industrial Hygiene Association, 1975. Industrial Noise Manual, 3rd ed., AIHA, USA.

Dobie, R.A., 1995. Prvention of Noise-Induced Hearing Loss, Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 121:385-391.

Grandjean, E., 1983. Fitting the Task to the Man, 4th ed. Taylor & Francis Inc. London. (p: 272-296).

Patrick, E. et.al. 1990. Noise and Hearing Loss-Consensus Conference, Journal of The American Medical Association (JAMA), 263(23):3185-3190.

Plakke, B.L.& Dare, E., 1992. Occupational Hearing Loss in Farmers, Public Health Reports, 107(2): 188-192.

Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. 15, 1999. Nilai Ambang Batas Faktor Fisik di Tempat Kerja, Jakarta.

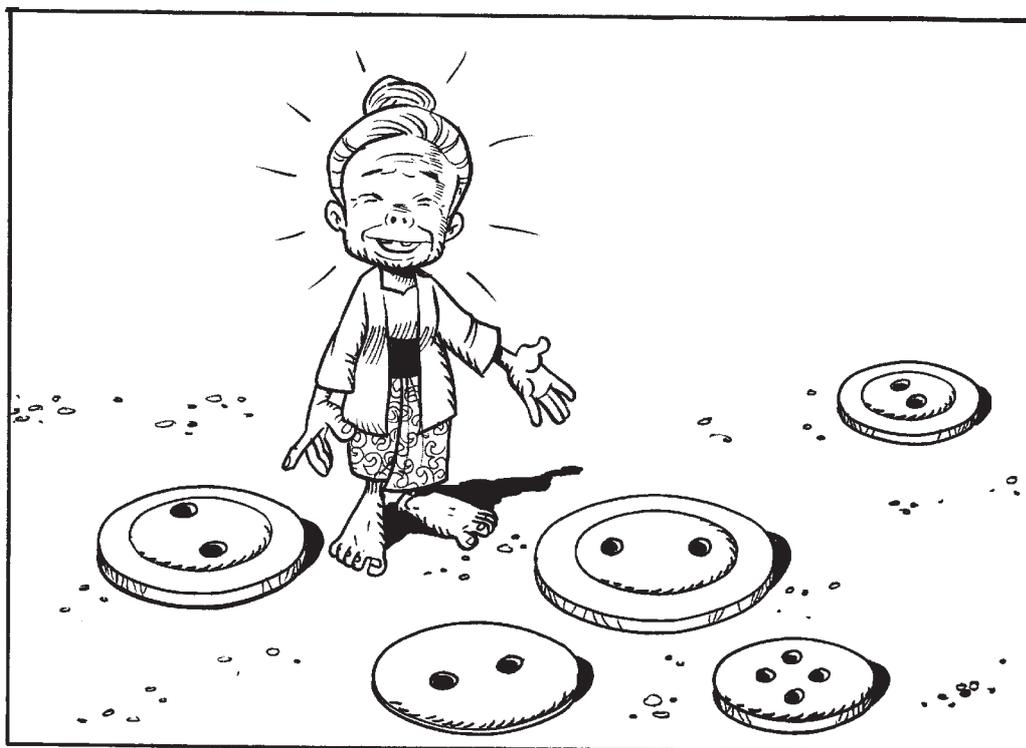
Plog, B.A. (1995). Fundamentals of Industrial Hygiene, The National Safety Council, USA. (p: 197-230).

Pulat, B.M., 1992. Fundamentals of Industrial Ergonomics. Hall International, Englewood Cliffs, New Jersey, USA. (p: 214-222).

Sanders, M.S. and McMormick, E.J., 1987. Human Factors In Engineering and Design, Sixth ed. McGraw-Hill Book Company. (p: 456-483).

Suwarno T. 2000. Kenaikan Ambang Dengar Akibat Usia Pada Tenaga Kerja Wanita. Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja. XXXIII(1).: 3-10

Workplace Health and Safety Noise Advisory Standard, 1995. Department of Training & Industrial Relations, WHS, Queensland Goverment, Australia. (p: 5-33).

BAB 22

Kajian tentang Kancing Baju yang Praktis Untuk Lansia

22.1 Latar Belakang

Berdasarkan hasil sensus penduduk Indonesia pada tahun 1961, jumlah lansia adalah sebesar 6,1 juta jiwa atau 6,39% dari jumlah penduduk total. Selanjutnya pada tahun 1971 jumlahnya meningkat menjadi 7,3 juta namun secara persentase turun menjadi 6,17% dari jumlah penduduk total. Pada tahun 1980 jumlahnya meningkat cukup tajam yaitu mencapai 11,6 juta jiwa atau 7,91% dari jumlah penduduk total. Sedangkan pada tahun 2000-an diperkirakan penduduk lansia akan mencapai 22,3 juta atau 9,99% dari jumlah penduduk total [Astawan dan Wahyuni,1988]. Mengingat besarnya jumlah penduduk lansia di Indonesia, maka hal tersebut patut untuk mendapat prioritas dalam meningkatkan kemandirian dan kenyamanan para lansia.

Perancangan perkakas yang disesuaikan peruntukannya bagi lansia menjadi penting karena secara alamiah, kemampuan fisiologis organ lansia telah mengalami penurunan fungsi. Kesesuaian alat yang dipergunakan seharusnya didasarkan atas kemampuan, kebolehan dan batasan yang dimiliki lansia. Batasan kemampuan fungsi fisiologis ini ternyata berdampak juga pada pilihan jenis kancing baju yang dipergunakan. Keluhan yang sering ditemui adalah, beberapa jenis kancing baju yang tersedia di pasaran menyulitkan lansia untuk beraktivitas secara mandiri. Pemilihan dan penggunaan bentuk yang lebih baru, terkadang kurang memperhatikan tingkat kesesuaian dan batasan tersebut, sehingga kancing baju yang seolah berpenampilan lebih modis sering menimbulkan hambatan baru bagi lansia.

Dengan demikian perlu dipilih dan dicari jenis kancing baju yang sesuai dengan menurunnya kemampuan fisiologis dan kebolehan lansia. Berdasarkan permasalahan tersebut di atas dapat dibuat rumusan permasalahan sebagai berikut: "jenis kancing baju manakah yang memberikan kemudahan dan paling sesuai bagi lansia?"

22.2 Materi dan Metode

22.2.1 Materi

Penelitian ini dilakukan pada lokasi Pusat Kegiatan Lanjut Usia Aisyiyah, Jalan Pajajaran Utara-Sumber, Surakarta. Responden ditetapkan dari populasi wanita yang telah menghuni ataupun mengikuti kegiatan rutin di tempat tersebut minimal selama 1 (satu) tahun dan mampu beraktivitas secara mandiri. Parameter pengukuran objektif meliputi pengukuran antropometri, denyut nadi istirahat dan nadi kerja. Percobaan kesesuaian bentuk kancing baju ini dilakukan terhadap 10 (sepuluh) jenis dari bentuk yang berbeda dan diupayakan dari bentuk yang banyak diperdagangkan dan dipergunakan di Solo.

22.2.2 Metode Penelitian

Penelitian ini mempergunakan metode observasi dan dianalisis secara statistik deskriptif. Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara observasi, wawancara dan pengukuran dari 9 responden wanita yang ditetapkan dari populasi penghuni yang masih aktif, di Pusat Kegiatan Lanjut Usia Aisyiyah, Solo. Wawancara dilakukan untuk mengetahui keluhan subjektif penggunaan kancing baju, yang meliputi kesan terhadap bentuk dan tampilan fisik dan respon fisik. Hal lain yang juga diobservasi adalah tingkat kemudahan responden dalam mengoperasikan kancing baju, dengan menghitung waktu yang dibutuhkan untuk membuka dan memasang berbagai jenis kancing baju tersebut.

22.3 Hasil Dan Pembahasan

Contoh kancing baju yang dipergunakan dalam percobaan ini sebanyak 10 (sepuluh) jenis, masing-masing jenis terdiri dari 6 (enam) buah kancing. Kancing disusun pada kain putih, yang dibuat mirip dengan keadaan pakaian/baju yang biasa responden kenakan dalam kehidupan sehari-hari.

Pada percobaan ini kesan dan respon fisiologis yang ingin diketahui dari responden, meliputi pengisian kuesioner dengan mempergunakan cara;

a. untuk wawancara dan pengisian kuesioner bagian-1, responden diminta melakukan pengamatan secara visual dan seksama, serta ditanyakan kesan terhadap bentuk dan warna,
b. responden diminta mencoba membuka dan memasang, minimal satu kali untuk keseluruhan kancing baju uji,

Gambar 22.1 Bentuk Kancing Baju Uji

c. masing-masing responden membuka dan memasang kancing baju, waktu yang dibutuhkan untuk membuka dan pemasangan setiap jenis kancing dicatat,
d. untuk butir pertanyaan bagian-2, responden ditanyakan kesan sebelum dan sesudah mencoba pempergunakan kancing dan pendapatnya diisikan ke dalam hasil wawancara.

Hasil pencatatan rerata waktu untuk masing-masing kancing uji, dapat dilihat pada tabel 22.1. Pada butir pertanyaan pertama perihal kesan model dan bentuk paling bagus, sebelum responden mencobanya diperoleh hasil sebagai berikut: responden memilih jenis F (16%), jenis E (12,31%) dan jenis C (8,86%). Jawaban responden perihal ukuran kancing yang paling sesuai diperoleh hasil sebagai berikut: responden memilih jenis E (34%), jenis F (25,4%) dan jenis B (12,15%). Sedangkan dari aspek kenyamanan penggunaannya, responden memilih jenis B (35,38%), jenis E (20,76%) dan jenis H (13,07%).

Hasil pencatatan waktu yang dibutuhkan untuk membuka kancing baju, jenis J (ceples) hanya membutuhkan waktu rerata (0,49 ± 0,46) menit, berikutnya jenis H (0,98 ± 0,46) menit dan paling lama tipe A (1,36 ± 0,76) menit.

Tabel 22.1 Hasil Pendataan Waktu Pasang dan Buka Kancing Baju.

No.	TYPE Kancing	Rerata BUKA (Menit)	Rerata PASANG (Menit)	Buka + Psg (Menit)	SD
1	A	1.36	1.90	3.26	0.87
2	B	1.05	1.28	2.33	0.71
3	C	1.05	1.40	2.45	0.76
4	D	1.26	1.37	2.63	0.67
5	E	1.34	1.08	2.42	0.75
6	F	1.21	1.27	2.48	0.64
7	G	1.20	1.31	2.51	0.71
8	H	0.98	1.38	2.36	0.70
9	I	1.21	1.57	2.78	0.57
10	J	0.49	0.88	1.37	0.50

Waktu rerata yang dibutuhkan untuk pemasangan, jenis J (ceples) hanya 0,88 menit urutan berikutnya jenis E 1,08 menit, dan berikutnya jenis F 1,27 menit. Rerata jumlah waktu yang dibutuhkan untuk buka pasang kancing, jenis J (ceples) paling sedikit membutuhkan waktu, yaitu hanya (1,37 ± 0,50) menit, jenis B (2,33 ± 0,71) menit, dan berikutnya jenis H (2,36 ± 0,70).

Dari pengukuran antropometri terhadap 13 responden wanita yang masih aktif diketahui bahwa rerata tinggi badan (140,29 ± 7,23) cm dan hampir semua mengalami bungkuk punggung yang disebabkan *osteoporosis* dan *osteomalasi* tulang, sedangkan hasil pengukuran lainnya dapat dilihat pada tabel-22.2. Kondisi tubuh responden yang menua dan kebiasaan beraktivitas yang ada, menyebabkan

responden lebih leluasa meletakkan kain coba di pangkuannya, saat membuka dan menutup kacing baju. Saat melakukan aktivitas ini diperlukan koordinasi ibu jari (5,28 ± 0,60) cm dengan telunjuk (6,48 ± 0,62) cm., tetapi mengingat kondisi tremor pada jari tangan agak menyulitkan koordinasi jemari di kedua tangan responden. Hal ini terlihat pada jenis kancing pipih yang memiliki bentuk kecil (jenis A), upaya untuk membuka dan menutup dibutuhkan waktu yang paling lama, dan respon kesan sulit yang disampaikan responden.

Tabel 22.2 Ukuran Antropometri Manula.

No.	Antropometri	Satuan	Rerata	SD
1	Berat badan	Kg.	46,19	9,24
2	Tinggi badan	cm.	140,29	7,23
3	Tinggi siku	cm.	87,07	5,19
4	Tinggi knuckle	cm.	56,95	12,53
5	Panjang telapak tangan	cm.	16,26	0,68
6	Lebar metacarpal	cm.	7,32	0.31
7	Panjang telunjuk	cm.	6,48	0,62
8	Panjang ibu jari	cm.	5,28	0,60
9	Diameter genggaman	Inch	1,31	0,08

Pada umumnya responden mulai membuka dan menutup kancing, dari yang terletak paling atas. Aktivitas ini dilakukan bukan hanya dengan mengandalkan ketrampilan jemari, tetapi juga dengan bantuan pangkal telapak tangan selebar (7,32 ± 0,31) cm untuk menekan kain coba.

Gambar 22.2 Responden Sedang Melakukan Uji Coba Kancing

Dalam melakukan penelitian pada lansia dibutuhkan sikap yang lebih sabar dan telaten, karena sering dijumpai responden tidak sabaran, seperti dalam hal menunggu antriannya. Pada percobaan yang membutuhkan gerakan pengulangan (*repetisi*), diberikan istirahat beberapa saat sebelum dilanjutkan pada tahap berikutnya. Pada lansia sering dijumpai perasaan yang lebih sensitif, cepat marah, mudah tersinggung, gugup dan jiwa yang kurang mantap. Gejala lain yang juga dijumpai adalah perasaan lekas lelah *(fatigue*), sulit tidur (*insomnia*), sering pusing

(*vertigo*), sakit kepala, juga sering merasa nyeri pada seluruh anggota tubuh terutama pinggang/pinggul dan jantungnya sering berdebar-debar [Mardjikun,1993].

Apabila diamati dengan seksama ternyata kancing baju jenis ceples memiliki beberapa ciri kesesuaian dengan karakteristik responden lansia di antaranya adalah sebagai berikut,

1. Untuk membuka cukup dengan menarik kain coba dan pasang kancing hanya dibutuhkan sedikit tekanan. Tidak terlampau diperlukan ketrampilan jemari lansia, yang secara fisiologis telah banyak mengalami penurunan kemampuan.
2. Hanya diperlukan sedikit rabaan, untuk dapat memasangkan kancing jenis ceples ini. Tajam pandang (*visus*) lansia yang melemah, akan terbantu dengan kancing jenis ini.
3. Modelnya yang berpasangan dan berada di dalam lapis kain, dari luar tidak menyolok sehingga berpenampilan lebih halus dari luar.
4. Hampir semua responden berkain panjang dan berkebaya, sehingga dari kebiasaan sosial yang ada lebih merasa nyaman mempergunakan kancing jenis ini.

22.5 Simpulan

Dari pembahasan di atas, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Bentuk kancing baju yang sepintas terlihat bagus, belum tentu sesuai dan memudahkan kegiatan sehari-hari lansia.
2. Kancing baju bentuk ceples, paling sesuai bagi lansia penghuni Pusat Kegiatan Lanjut Usia (Lansia) Aisyiyah, Surakarta.

22.6 Saran

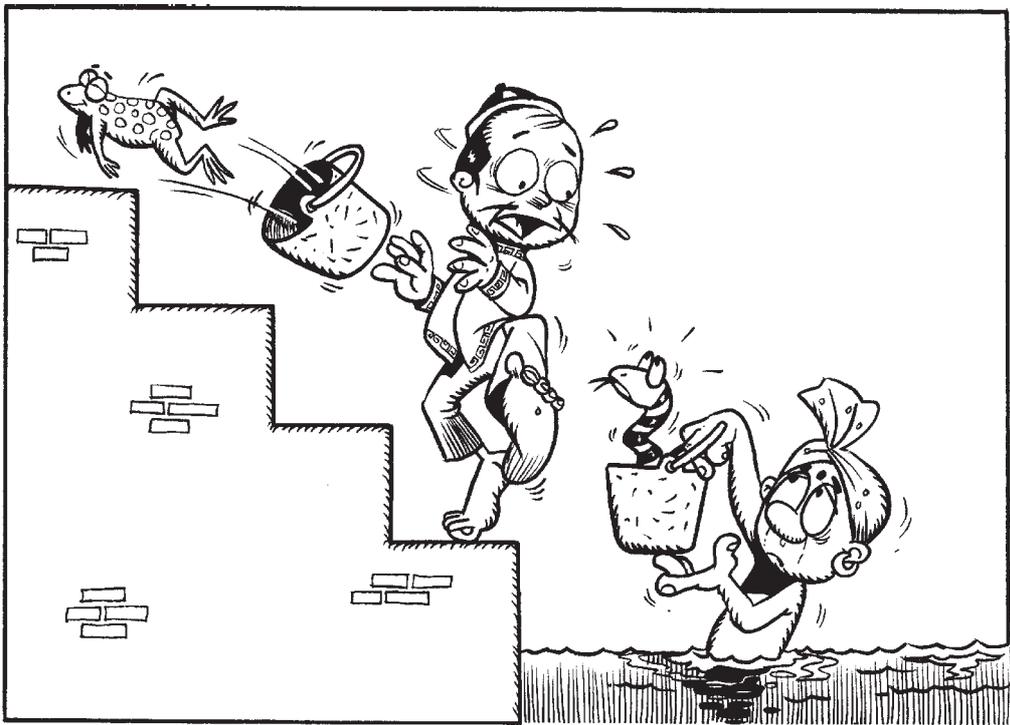
Dengan mengamati kecenderungan makin meningkatnya jumlah lansia di Indonesia, perlu dipersiapkan berbagai hal di antaranya adalah sebagai berikut,

1. Perhatian produsen peralatan rumah tangga untuk dapat menghasilkan peralatan yang sesuai dipergunakan oleh manula.
2. Penelitian terapan dari dunia akademisi untuk lansia, perlu ditingkatkan.
3. Peran serta masyarakat untuk memberikan dukungan kepada manula, sehingga penghargaan kepada manula lebih nyata. Hindarkan lansia dari stress, kesepian karena merasa ditinggalkan oleh yang dikasihi, atau merasa tidak berguna lagi pada *syndroma post-power*.

22.7 Kepustakaan

Astawan, Made; Wahyuni, Mita (1988). Gizi dan Kesehatan MANULA (Manusia Usia Lanjut). PT. Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta, pp.2-15.

Mardjikun, Prastowo (1993). Seminar Sehari, "Manusia Lanjut Usia: Realitas dan Harapan", IPADI, Persiapan Menyongsong Manula dari Segi Kesehatan, Yogyakarta Rabu 16 Juni 1993, Yogyakarta, pp. 9-10.

BAB 23

Evaluasi Ergonomi terhadap Aktivitas Angkat-Angkut pada Pengecoran Lantai Beton secara Tradisional untuk Gedung Bertingkat.

23.1 Pendahuluan

Pengecoran lantai beton untuk rumah bertingkat masih banyak dilakukan secara manual, karena di samping biayanya lebih murah, lokasi rumah dan kondisi geografis yang ada tidak terjangkau oleh alat berat. Dalam Peraturan Beton Bertulang Indonesia (1971) ditetapkan bahwa untuk menghindari adanya sambungan beton yang dapat mengurangi kekuatan pada bagian-bagian yang kritis, pengecoran harus dilakukan tanpa berhenti sampai batas siar pelaksanaan. Oleh karena itu proses pengecoran membutuhkan waktu yang panjang. Aktivitas pokok yang banyak dilakukan adalah angkat-angkut, di antaranya mengangkat adukan beton dari bawah (tempat pengadukan spesi) ke atas (lokasi pengecoran) dengan beda tinggi ± 3,5 m. Sebagai alat bantu kerja, digunakan ember kecil sebagai wadah spesi dan tangga kerja sebagai sarana penghubung antara tempat pengadukan dengan lokasi pengecoran. Beberapa pekerja berdiri berderet di atas tangga. Spesi beton diangkat dan dipindahkan secara berantai dari satu pekerja ke pekerja lainnya. Dalam hal ini desain dan ukuran tangga sangat berpengaruh pada keamanan, kenyamaman dan kesehatan kerja. Oleh karena itu dalam perancangannya perlu penerapan aspek ergonomi. Untuk memudahkan proses perancangan alat bantu kerja, dibutuhkan data antropometri sebagai dasar dalam menentukan dimensi atau ukuran alat kerja sehingga tercipta keharmonisan antara alat dengan pemakainya (Suma'mur, 1984; Pulat, 1992; Anis & McConville, 1996; Grandjean, 1993 dan Manuaba, 2000). Di samping alat kerja, kondisi lingkungan kerja juga berpengaruh terhadap keamanan, kenyamanan dan keselamatan kerja. Waktu kerja yang panjang dengan tekanan

panas yang tinggi dapat memberikan tambahan beban kerja dan menimbulkan terjadinya kelelahan dini, bahkan dapat berakibat fatal bagi kesehatan pekerja (Astrand & Rodahl, 1977; Sumakmur, 1984; Grandjean, 1993 dan Mutchler, 1991)

Hasil pengamatan awal menunjukkan bahwa ember dan tangga yang digunakan tidak antropometris. Tangga kerja dari bahan-bahan seadanya, dengan sudut dan tinggi injakan yang tidak beraturan. Pekerjaan dilakukan di bawah tekanan panas dengan durasi kerja yang panjang. Bertitik tolak dari kondisi tersebut di atas, maka untuk melihat permasalahan dengan lebih jelas dan terukur, kiranya perlu dilakukan penelitian melalui pendekatan ergonomi. Untuk penelitian awal ini, pengamatan difokuskan pada aktivitas angkat-angkut yang dilakukan untuk memindahkan spesi beton dari tempat pengadukan ke tempat pengecoran dengan ember dan tangga sebagai alat bantu kerja.

23.2 Materi dan Metode

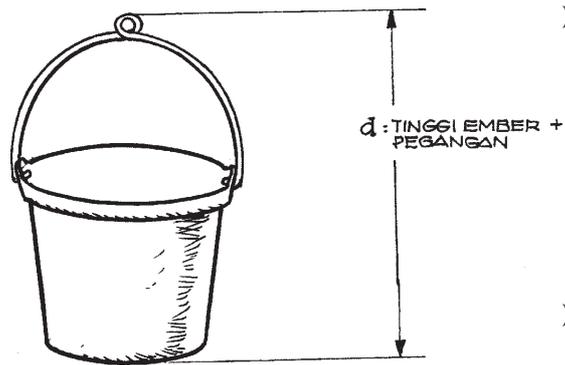
Penelitian ini dilakukan pada pelaksanaan pengecoran lantai rumah bertingkat di Perumahan Tegal Jaya Permai - Dalung - Kuta, pada hari Minggu, tanggal 11 Maret 2001. Sebagai subjek dalam penelitian ini adalah 6 orang pekerja pria yang sudah berpengalaman dalam proses pengecoran secara tradisional. Penelitian dilakukan dengan metode sebagai berikut.

1. Observasi dilakukan untuk mengamati kondisi kerja yang meliputi cara/ prosedur kerja, alat kerja, dan sikap kerja.
2. Pendataan kondisi fisik pekerja meliputi penimbangan berat badan yang dilakukan sebelum dan sesudah bekerja, pengukuran antropometri pekerja, dan penghitungan denyut nadi dengan metode 10 denyut sebelum dan saat melakukan pekerjaan.
3. Pengukuran kondisi mikroklimat dilakukan dengan parameter ISBB.
4. Indikasi tingkat keluhan muskuloskeletal diperoleh melalui pengisian *Nordic Body Map* sebelum dan sesudah bekerja, dan indikasi tingkat kelelahan diperoleh melalui pengisian kuesioner dengan 30 item pertanyaan.

23.3 Hasil dan Pembahasan

23.3.1 Analisis Alat Bantu Kerja

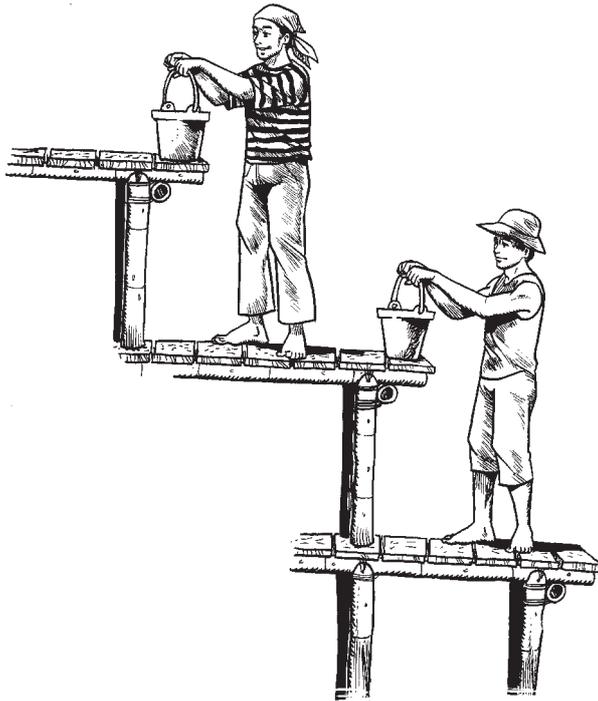
1. Ember Sebagai Wadah Spesi Beton

Untuk wadah spesi beton digunakan ember kecil dengan desain dan ukuran seperti ilustrasi pada gambar 23.1 sebagai berikut.

Gambar 23.1. Bentuk Ember yang Digunakan sebagai Wadah Spesi.

- Handel ember terbuat dari kawat baja dengan diameter 3 mm. Pada daerah bidang sentuh antara pegangan dengan tangan tanpa diberi lapisan tambahan yang lunak.
- Rerata berat spesi beton dalam ember (beban angkat) adalah 7,28 ± 1,03 kg.

Desain handel yang ergonomis harus diupayakan agar bidang sentuh antara pegangan dengan tangan maksimal. Bentuk yang dianjurkan adalah bulat dengan diameter yang disesuaikan dengan fungsi alat dan antropometri tangan pekerja. Kekuatan otot akan menurun apabila diameter pegangan lebih besar dari 50 mm (Pheasant and O'Neill, 1975), sementara diameter pegangan yang terkecil adalah 22 mm (Replogle, 1983). Untuk pegangan logam, dianjurkan memberi lapisan lunak dari karet untuk menghindari luka akibat gesekan antara pegangan dengan permukaan tangan (Fraser, 1980). Pada gambar 1 jelas terlihat bahwa desain dan ukuran pegangan ember tidak antropometris. Kawat baja dengan diameter 3 mm tanpa lapisan lunak tentu saja sangat tidak nyaman bagi pekerja yang mempunyai lingkar genggam 70.8 mm (5 %ile), bahkan dapat menimbulkan gangguan otot skeletal, terutama di bagian telapak tangan. Hal ini diperkuat oleh hasil analisis data yang menunjukkan bahwa dari enam subjek, 83.3 % merasakan sakit di telapak tangan. Bahkan hasil observasi di lapangan menunjukkan adanya upaya dari para pekerja untuk melindungi telapak tangan dengan sobekan kertas semen.

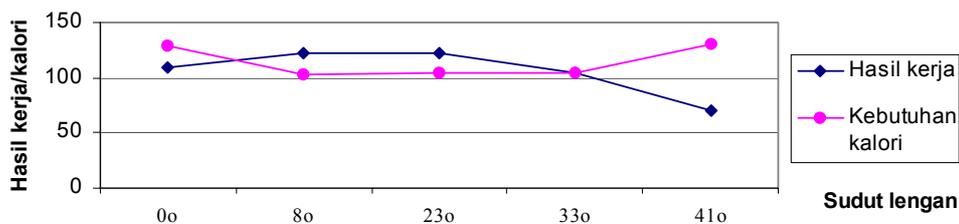
2. Tangga Kerja.

Untuk memudahkan proses perancangan alat bantu kerja, dibutuhkan data antropometri. Berdasarkan data antropometri dapat ditentukan dimensi atau ukuran alat kerja sehingga tercipta keharmonisan antara alat dengan pemakainya (Suma'mur, 1984; Pulat, 1992; Grandjean, 1993; Anis & McConville, 1996 dan Manuaba, 2000).

Gambar 23.2 : Desain Tangga Kerja

Dari hasil pengamatan dan pengukuran di lapangan, tangga kerja yang digunakan dapat diilustrasikan seperti pada gambar 23.2 berikut ini.

- Rerata tinggi injakan = 85.5 ± 9.85 cm.
- Rerata lebar injakan = 46.13 ± 9.54 cm
- Rerata lebar tangga = 89.50 ± 5.20 cm
- Tinggi ember = 19 cm.
- Diameter pegangan = 24 cm

Dari ilustrasi pada gambar 23.2 terlihat bahwa tinggi injakan menentukan sikap lengan. Salah satu komponen dari kapasitas kerja seseorang adalah *joint flexibility*, yaitu fleksibilitas gerakan bagian-bagian tubuh dari posisi normal (Genaidy, 1996). Berdasarkan hasil penelitian Tichaeur dalam Grandjean (1993), hasil kerja yang optimal dengan kebutuhan energi minimal dicapai pada posisi lengan atas membentuk sudut antara 8° - 23° sebagaimana terlihat pada gambar 23.3

Grafik 23.1. Hubungan antara Sudut Lengan, Hasil Kerja, dan Kebutuhan Kalori

Gambar 23.3 Grafik Hubungan antara Sudut Lengan, Hasil Kerja, dan Kebutuhan Kalori

Sumber: Grandjean, 1993.Fitting the task to the man

Selanjutnya sebagai dasar untuk menentukan tinggi maksimum injakan, diambil nilai tertinggi yaitu 23°, sedangkan lengan bawah dalam posisi horizontal. Berdasarkan tinggi bahu dan panjang lengan, selanjutnya dapat ditentukan tinggi maksimal injakan tangga sebagai berikut.

Gambar 23.4. Posisi Lengan pada Saat Mengangkat Beban.

a = tinggi bahu (5%ile) = 129.7 cm
b = panjang lengan atas (5%ile) = 37.8 cm
α = sudut lengan atas = 23°, c = b cos α = 34.80 cm
d = tinggi ember + pegangan = 31 cm
Tinggi maksimal injakan e = a - c - d = 63.90 cm

Rerata tinggi injakan adalah 85,5 cm. Maka tinggi injakan yang ada 21.60 cm lebih tinggi dari yang dibutuhkan untuk kerja nyaman. Ketidaksesuaian tersebut menyebabkan terjadinya sikap paksa dan dapat menimbulkan gangguan otot sebagaimana dikeluhkan oleh pekerja. Pada akhir kegiatan, pekerja mengeluh sakit di bahu (100 %), lengan atas (83,3 %), pergelangan tangan (83,3 %) dan leher bagian atas (66 %).

23.3.2 Analisis Beban Kerja.

Derajat beban kerja dapat dilihat dari aneka variabel seperti pemakaian O_2, penggunaan kalori, dan denyut nadi. Salah satu cara dalam menentukan konsumsi kalori atau pengerahan tenaga kerja untuk mengetahui derajat beban kerja adalah dengan penghitungan denyut nadi kerja, yaitu rerata nadi selama bekerja.

Hasil penghitungan nadi terhadap enam subjek menunjukkan bahwa rerata denyut nadi awal adalah 81.33 denyut/menit dan rerata denyut nadi kerja adalah 135.5 denyut/menit. Ternyata terjadi peningkatan denyut nadi yang bermakna sebesar 66 % ($p<0.05$). Dari data denyut nadi ini jelas terlihat bahwa beban kerja pada aktivitas angkat-angkut dalam pengecoran lantai beton tradisional masuk dalam kategori berat. (denyut nadi kerja diantara 125 - 150 denyut/menit).

23.3.3 Analisis Waktu Kerja, Istirahat dan Nutrisi

Waktu kerja sangat menentukan efisiensi dan produktivitas. Total hasil kerja tidak selalu berbanding lurus dengan waktu kerja. Dalam beberapa kasus, perpanjangan waktu kerja justru menurunkan hasil kerja dan mempunyai kecenderungan untuk timbulnya kelelahan, gangguan penyakit dan kecelakaan. Penurunan hasil kerja ini antara lain karena berkurangnya persediaan kalori dalam tubuh yang pada akhirnya menurunkan kapasitas kerja seseorang. Oleh karena itu

pemberian tambahan nutrisi pada saat istirahat sangat dianjurkan. Tambahan nutrisi ini diperlukan untuk mengembalikan kalori dan memulihkan tenaga yang terpakai. Waktu kerja maksimal di mana seseorang dapat bekerja dengan baik adalah 8 jam per hari termasuk istirahat (Grandjean 1993 dan Dekker, dkk., 1996).

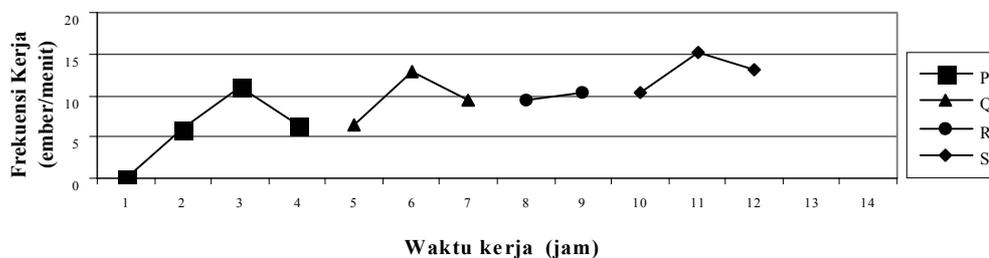
Dari hasil observasi yang telah dilakukan terhadap objek penelitian, diperoleh data-data sebagai berikut:

a. Persiapan dilakukan pukul 08.00 - 10.00 WITA, meliputi pengaturan tenaga kerja dan alat pengaduk spesi beton.

b. Aktivitas angkat dilakukan mulai pukul 10.14 s.d 19.15 WITA dengan tiga kali istirahat pendek yaitu istirahat makan pertama pada pukul 12.35 - 12.50 WITA, istirahat minum pukul 15.40 - 15.55, dan istirahat makan kedua pukul 16.30 - 17.00 WITA.

c. Selain istirahat yang terstruktur, juga terlihat adanya istirahat yang terjadi karena proses kerja, yaitu pada saat menunggu proses pengadukan bahan spesi.

d. Rerata berat badan sebelum bekerja adalah 60,08 kg dan sesudah bekerja adalah 59,25 kg. Ternyata terjadi penurunan berat badan yang bermakna sebesar 0,83 kg ($p<0,05$).

e. Rerata frekuensi kerja adalah 10.55 ember/menit dengan rerata berat beban 7.28 kg, menunjukkan adanya penurunan frekuensi pada setiap menjelang waktu istirahat, naik kembali setelah istirahat, namun beberapa saat kemudian kembali menurun sebagaimana terlihat pada gambar 23.5

Gambar 23.5 Frekuensi Kerja

Untuk aktivitas angkat-angkut adalah 11 jam 15 menit termasuk pekerjaan persiapan dengan total waktu istirahat adalah 1 jam. Sebelum istirahat pertama (selama 15 menit), frekuensi kerja maksimal adalah 10,95 ember/menit dan selanjutnya turun menjadi 6.55 ember/menit (grafik P). Setelah pemberian makan pertama, frekuensi kerja meningkat hingga 12.9 ember/menit, namun satu jam kemudian turun kembali menjadi 9.5 ember/menit (grafik Q). Setelah pemberian minum berupa air sirup (manis), frekuensi kerja meningkat sedikit menjadi 10.35

ember/menit (grafik R) dan setelah pemberian makan kedua, frekuensi kerja meningkat tajam menjadi 15.15 ember/menit, namun pada satu jam berikutnya menurun kembali menjadi 13 ember/menit (grafik S) kemudian. Pemberian tambahan nutrisi pada saat istirahat memang dapat memulihkan tenaga yang hilang, namun dari grafik yang ada terlihat bahwa peningkatan dan penurunan frekuensi kerja masih tajam. Hal ini membuktikan bahwa pada pekerjaan pengecoran lantai beton secara tradisional ini terjadi ketidakseimbangan antara beban kerja (kalori yang dibutuhkan) dengan waktu istirahat dan pemberian nutrisi. Hal ini diperkuat dengan terjadinya penurunan berat badan di akhir kegiatan(sebesar 0,83 kg).

23.3.4 Analisis Tekanan Panas *(Heat stress).*

Pekerja Indonesia pada umumnya beraklimatisasi dengan iklim tropis yang suhunya berkisar antara 29 - 30 °C dengan kelembaban udara sekitar 85 - 95 % (Suma'mur, 1995). Suhu udara yang panas dapat menurunkan prestasi kerja dan derajat kesehatan seseorang, bahkan dapat menyebabkan kematian (Mutchler, 1991; Grandjean, 1993 dan Suma'mur, 1995). Untuk menghindari pengaruh tekanan panas yang berlebihan, maka pemantauan terhadap iklim kerja sangat dianjurkan. Salah satu sistem pengujian iklim kerja adalah dengan parameter Indeks Suhu Basah dan Bola (ISBB) atau *Wet Bulb Globe Temperature (WBGT).* Untuk pekerjaan berat yang dilakukan secara terus menerus (*Continuous heavy work*), *the American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)* merekomendasikan nilai WBGT sebesar 25 °C, *the National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)* merekomendasikan nilai WBGT sebesar 26 °C untuk kecepatan udara rendah (< 1.5 m/dt) dan 29 °C untuk kecepatan udara tinggi (> 1.5 m/dt) (Mutchler, 1991).

Hasil pengukuran di lapangan yang dilakukan di antara pukul 10.00 - 15.00 WITA dengan metode Indeks Suhu Basah dan Bola (ISBB) menunjukkan data mikroklimat yang meliputi suhu radiasi : 40.2 - 42.8 °C, suhu kering : 33.3 - 34.5 °C, kelembaban udara : 61 - 77 %, ISBB : 30.6 - 32.3 °C dan kecepatan udara : 0.95 - 1.32 m/dt.

Dari data di atas terlihat bahwa pelaksanaan pengecoran merupakan pekerjaan berat yang dilakukan dibawah tekanan panas yang tinggi (>30 °C). Kondisi ini dapat memberikan tambahan beban kerja yang mengakibatkan terjadinya kelelahan dini. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian yang menunjukkan bahwa dari enam subjek yang ada, sebagian besar mengeluh lelah seluruh badan (100 %), sakit di kepala (83,3 %), haus terus menerus (83,3 %), dan merasa kurang sehat (50%). Dengan nilai ISBB antara 30,6 - 32,3 °C, maka semestinya organisasi kerja diatur agar waktu kerja efektif bagi pekerja angkat-angkut tidak lebih dari 2 jam per hari, selebihnya digunakan untuk istirahat atau melakukan pekerjaan ringan lainnya.

23.4 Simpulan

Dari hasil pengamatan dan analisis data tentang aspek ergonomi dalam pengecoran lantai beton secara tradisional, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Dimensi ember dan tangga yang digunakan sebagai sarana aktivitas angkat-angkut tidak antropometris sehingga menimbulkan adanya sikap paksa yang menyebabkan terjadinya gangguan otot skeletal *(musculoskeletal disorder)*.
2. Beban kerja masuk dalam kategori berat, waktu istirahat sangat singkat sementara waktu kerja melebihi batasan normal.
3. Tekanan panas yang tinggi dapat memberikan beban tambahan dan dapat menyebabkan terjadinya kelelahan dini.

23.5 Saran

Saran yang nampaknya penting untuk disampaikan adalah sebagai berikut.

1. Mengingat bahwa pekerjaan pengecoran beton ini sangat berat serta melibatkan banyak pekerja, maka dalam meyusun rencana teknik pelaksanaan pekerjaan hendaknya juga memperhatikan masalah keamanan, keselamatan dan kesehatan pekerja sehingga pekerjaan dapat dilakukan dengan lebih efisien dan ekonomis.
2. Untuk dapat mengatasi permasalahan yang ada, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut melalui pendekatan ergonomi sehingga dapat dirancang model tangga yang ergonomis, organisasi kerja yang tepat, dan upaya-upaya perlindungan terhadap pengaruh tekanan panas yang tinggi.

23.6 Kepustakaan

American Conference of Govermental Industrial Hygienists. 1995. *Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices*. ACGIH. Cincinati.USA.

Annis, J.F. & McConville, J.T. 1996. Anthropometry. Dalam: Battacharya, A. & McGlothlin, J.D. eds. *Occupational Ergonomic*. Marcel Dekker Inc. USA: 1-46.

Astrand, P.O. and Rendahl, K. 1977. Textbook of Work Physiology, 2th ed. McGraw-Hill Book Company. USA.

Dekker, D.K.; Tepas, D.I. & Colligan, M.j. 1996. The Human Factors Aspects of Shiftwork. Edited by Bharattacharya, A & McGlothlin, J.D. 1996. Occupational Ergonomics Theory and Applications. Marcel Dekker Inc. New York : 403-416.

Grandjean, E. 1993. Fitting the Task to the Man, 4th ed. Taylor & Francis Inc. London.

Genaidy, A.M. 1996. Physical Work Capacity. Edited by Bharattacharya, A & McGlothlin, J.D. 1996. Occupational Ergonomics Theory and Applications. Marcel Dekker Inc. New York : 279 - 302

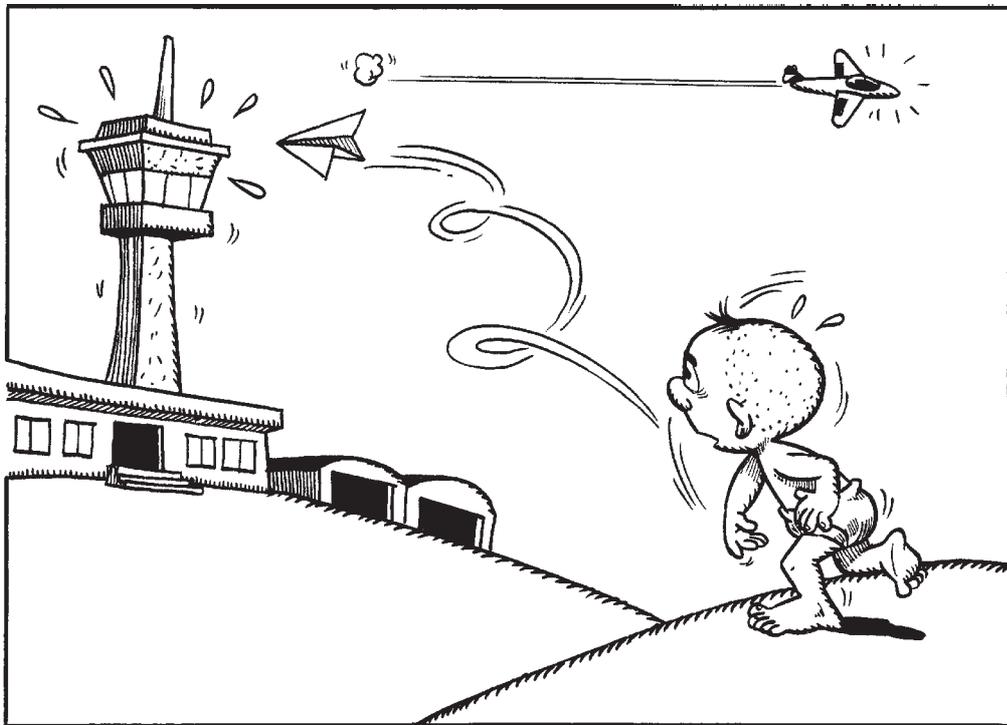
Manuaba, A. 2000. Ergonomi, Kesehatan dan Keselamatan Kerja. Dalam: Wignyosoebroto, S. & Wiratno, S.E., Eds. *Proceedings Seminar Nasional Ergonomi*. PT. Guna Widya. Surabaya: 1-4.

Mutchler, J.E., C.I.H. 1991. Heat Stress : Its Effects, Measurement, and Control. Edited by Clayton, G.D. & Clayton, F.E. 1991. Patty's Industrial Hygienene and Toxicology. 4th ed. USA : 763

Pulat, B.M. 1992. *Fundamentals of Industrial Ergonomics*. Hall International. Englewood Cliffs. New Jersey. USA

Suma'mur, P.K. 1984. Ergonomi Untuk Produktivitas Kerja. Yayasan Swabhawa Karya. Jakarta.

Suma'mur, P.K. 1995. Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja. PT. Toko Gunung Agung. Jakarta.

BAB 24

Pengaturan Kerja Bergilir yang Tepat Menjaga Kestabilan Performansi Kerja Karyawan Bagian Pengendalian Lalulintas Udara

24.1 Latar Belakang

Jasa penerbangan merupakan sub bidang pariwisata yang memegang peranan penting bagi laju berkembangnya pariwisata international. Dengan kemudahan, kenyamanan dan keamanan penerbangan yang terjamin, dapat lebih menarik wisatawan manca negara untuk mengunjungi objek-objek pariwisata di dunia, termasuk di antaranya objek pariwisata di Indonesia. Wisatawan dari manca negara berdatangan, dunia pariwisata berkembang pesat, termasuk di dalamnya berbagai bidang usaha pendukung pariwisata lainnya seperti bidang jasa penerbangan, biro perjalanan, industri kecil, pengepakan dan pengiriman barang (*cargo*). Sebaliknya, apabila kondisi penerbangan tidak nyaman dan bahkan tidak aman, maka wisatawan condong menunda keinginannya untuk mengunjungi objek-objek pariwisata, walaupun objek tersebut mempunyai daya tarik yang tinggi, seperti saat ini. Adanya berbagai kecelakaan penerbangan, termasuk di antaranya aksi teroris yang merobohkan gedung *World Trade Centre* di Amerika Serikat, telah melumpuhkan roda kehidupan dunia Pariwisata, termasuk di Bali. Jasa penerbangan, biro perjalanan, hotel-hotel dan berbagai bidang usaha pendukung pariwisata mengalami krisis, bahkan sudah banyak yang berada di ambang kebangkrutan.

Kecelakaan pesawat terburuk terjadi pada tahun 1977 di Tenerufe - Canary Island. Boeing 747 milik KLM menghantam Pan Am 747 pada katup pengaman di landasan pacu dan menewaskan 583 penumpang. Kecelakaan ini disusul dengan kecelakan-kecelakaan lainnya, dan yang paling akhir adalah kecelakaan pesawat yang terjadi di New York - Amerika Serikat (Nopember 2001). Kecelakaan-kecelakaan tersebut terjadi sebagian besar karena adanya kesalahan komunikasi antara kapten pesawat dengan bagian pengendalian lalu-lintas udara (*Air Traffic*

Control) (Robins, 1998). Sistem kerja *Air Traffic Control (ATC)* merupakan sebuah contoh sistem manusia-mesin dalam skala besar, bertujuan untuk menciptakan keamanan bagi pesawat selama melakukan pergerakan di darat maupun di udara serta memberikan informasi mengenai lalu lintas udara secara rapi, cepat dan tepat (ICAO Circular, 1993 dalam Idriss & Sutalaksana, 2001). Bagian ATC dibagi menjadi beberapa sub bagian, yaitu *Area Control Centre (ACC)* yang mengendalian area lalu lintas udara), bagian *Ground Control* yang memandu pesawat dari menghidupkan mesin, mundur, bergerak ke *runway (taxiway)*, tempat berhenti untuk menunggu giliran terbang *(holding point)* hingga ujung *runway* (bersiap *take of*) dan bagian *Tower Control* yang bertugas untuk memandu pesawat mulai dari ujung runway hingga ketinggian 2500 feet. Setelah pesawat berada di atas ketinggian 2500 feet, kembali di bawah pengendalian bagian ACC. Dari uraian tersebut di atas, jelas bahwa pekerjaan di bagian ATC menuntut ketelitian dan ketepatan di dalam memberikan informasi kepada kapten pesawat. Untuk dapat melayani penerbangan baik domestik maupun lintas negara, maka bagian ACC harus beroperasi selama dua puluh empat jam. Oleh karena itu penerapan kerja bergilir (*shift work*) tidak dapat dihindari. Untuk memenuhi tuntutan tersebut, maka diaturlah *shift work* yang dibagi dalam 3 kelompok. Akibat pengaturan *kerja bergilir* ini masing-masing kelompok pada suatu saat akan mendapatkan giliran kerja malam. Pada saat mendapatkan giliran kerja malam inilah diperlukan adaptasi baik yang bersifat fisik maupun psikis. Mengingat bahwa tuntutan tugas utama bagi karyawan di bagian *Air Trafic Control* adalah ketelitian dan ketepatan dengan resiko kerja yang sangat berat, maka pengaturan *kerja bergilir* harus dilakukan dengan cermat dan tepat, dalam arti harus diupayakan agar terjadi interaksi yang berimbang antara tuntutan tugas, lingkungan kerja dan kemampuan pekerja sehingga terjadinya *overstress* atau *understress* dapat dihindari (Grandjean, 1993). Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa secara umum kondisi kesehatan pekerja yang melakukan *shift work* cukup baik, namun bekerja dengan sistem *shift work* tetap menimbulkan beberapa keluhan seperti sulit tidur, nafsu makan dan pencernaan terganggu (Manuaba, 1998; Rodahl, 1989).

Sebagaimana kita ketahui, sejak dini tubuh kita sudah terpola mengikuti siklus alam. Pada siang hari seluruh bagian tubuh kita aktif bekerja dan pada malam hari dalam keadaan istirahat. Untuk mengatur pola kerja dan istirahat ini, secara alamiah tubuh kita memiliki pengatur waktu (*internal timekeeper*) yang sering disebut dengan istilah *a body clock* atau *cyrcardian rhytm*. *Internal timekeeper* inilah yang mengatur berbagai aktivitas tubuh kita seperti bekerja, tidur dan proses pencernaan makanan. Peningkatan denyut nadi dan tekanan darah mendorong adanya peningkatan aktivitas pada siang hari. Pada malam hari, semua fungsi tubuh akan menurun dan timbullah rasa kantuk. Hal ini didukung oleh kondisi alam seperti adanya siang dan malam. Kondisi tubuh yang sudah terpola ini tentunya sulit untuk diubah. Oleh karena itu apabila tubuh dituntut untuk bekerja pada malam hari, tentunya perlu penyesuaian dan pengaturan jadwal kerja yang tepat sehingga para pekerja tetap dapat berprestasi secara optimal (Grandjean, 1993).

Mengingat bahwa tuntutan tugas pokok bagi pekerja di bagian ATC adalah menciptakan keamanan lalu lintas udara yang menuntut pelayanan terus-menerus selama dua puluh empat jam, maka kiranya perlu penelitian tentang pengaruh *shift work* terhadap kestabilan tingkat ketelitian pekerja. Sebagai subjek untuk penelitian tahap pertama ini dipilih bagian ACC- Bandara Ngurah Rai Bali.

24.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk :

1. mengidentifikasi permasalahan-permasalahan ergonomi yang terkait dengan tuntutan tugas (task), organisasi, sarana kerja dan lingkungan kerja bagian ACC - Bandara Ngurah Rai,
2. menganalisis pengaruh pengaturan *shift work* terhadap tingkat ketelitian pekerja, dan
3. menganalisis pengaruh *shift work* terhadap tingkat kelelahan.

24.3 Manfaat penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi unsur-unsur terkait, antara lain sebagai berikut.

1. Bagi pekerja, dapat menambah pengetahuan serta pemahaman tentang interaksi antara organisasi, tuntutan tugas, lingkungan kerja dan kemampuan tubuh, sehingga secara mandiri dapat melakukan upaya-upaya perlindungan terhadap kesehatan kerja, dan terhindar dari penyakit akibat kerja.
2. Bagi pihak manajemen, dapat digunakan sebagai acuan untuk melakukan langkah-langkah perbaikan dalam upaya memberikan perlindungan terhadap tenaga kerja dan peningkatan produktivitas kerja
3. Bagi pemerintah, sebagai bahan pertimbangan dalam penetapan kebijakan, khususnya yang terkait dengan upaya perlindungan terhadap tenaga kerja

24.4 Materi dan Metode

Penelitian ini dilakukan di PT. Angkasa Pura I Bandara Ngurah Rai Bali, mulai tanggal 12 s.d 30 Nopember 2001. Sebagai subjek dalam penelitian ini adalah 12 orang pekerja pria (27 % dari populasi yang ada) pada bagian ACC. Penelitian dilakukan dengan rancangan *pre and post test group design* (Arikunto, 1998) dengan tahapan pelaksanaan sebagai berikut.

24.4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer dilakukan sebagai berikut.

1. Observasi dilakukan untuk mengamati kondisi kerja yang meliputi tuntutan tugas, organisasi kerja dan lingkungan kerja.
2. Pengukuran tingkat ketelitian pekerja dilakukan melalui uji *Bourdon Wiersma* sebelum dan sesudah bekerja, masing-masing untuk *shift* pagi, *shift* siang dan *shift* malam.

3. Indikasi beban kerja fisik diperoleh melalui penghitungan denyut nadi dengan metode 10 denyut, dilakukan sebelum dan pada saat bekerja, dengan teknik palpasi pada nadi radialis dan alat ukur yang digunakan adalah *stop watch* merek Diamond buatan Shanghai - China
4. Indikasi tingkat keluhan muskuloskeletal diperoleh melalui pengisian *Nordic Body Map* sebelum dan sesudah bekerja, dan indikasi tingkat kelelahan diperoleh melalui pengisian kuesioner dengan 30 item pertanyaan yang didata sesaat setelah selesai bekerja, masing-masing untuk *shift* pagi, *shift* siang dan *shift* malam.
5. Data umum tentang kehidupan sosial pekerja diperoleh melalui pengisian kuesioner.

24.4.2 Analisis Data

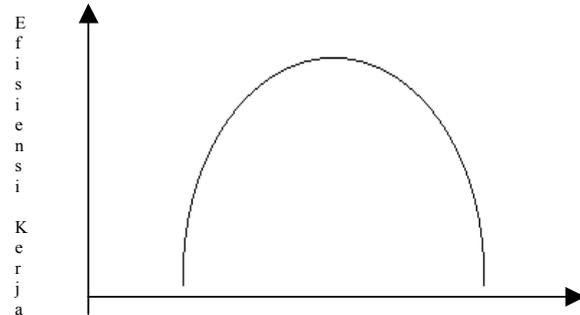
Data yang telah terkumpulkan selanjutnya dianalisis dengan cara sebagai berikut.

1. Hasil pengukuran tingkat ketelitian dengan uji *Bourdon Wiersma*, dianalisis sebagai berikut :
   a. Untuk mengetahui kemaknaan perbedaan antara tingkat kecepatan per baris dan kesalahan sebelum dan sesudah bekerja pada masing-masing waktu kerja, dianalisis melalui uji *t-paired* dengan tingkat kemaknaan α = 0,05
   b. Untuk mengetahui kemaknaan perbedaan antara tingkat ketelitian sebelum dan sesudah bekerja antar waktu kerja, dianalisis melalui uji *One Way Anova* dengan tingkat kemaknaan α = 0,05
2. Data hasil penghitungan denyut nadi dianalisis untuk menentukan kategori beban kerja berdasarkan standar yang ada, sedangkan untuk melihat kemaknaan perbedaan antara denyut nadi awal dan denyut nadi kerja, dilakukan uji *t-paired* dengan tingkat kemaknaan α = 0,05
3. Data tentang indikasi gangguan otot skeletal dan kelelahan dianalisis sebagai berikut.
   a. Untuk mengetahui kemaknaan perbedaan antara keluhan subjektif sebelum dan sesudah bekerja untuk masing-masing waktu kerja, dianalisis melalui uji *t-paired* dengan tingkat kemaknaanα = 0,05
   b. Untuk mengetahui kemaknaan perbedaan antara keluhan subjektif sebelum dan sesudah bekerja antar waktu kerja, dianalisis melalui uji *One Way Anova* dengan tingkat kemaknaan α = 0,05
   c. Untuk jenis keluhan dan kelelahan, dianalisis secara proporsional
   d. Data umum dianalisis secara proporsional dan digunakan sebagai data pendukung dalam penyelesaian permasalahan yang ada.

24.5 Hasil dan Pembahasan.

24.5.1 Tuntutan Tugas (Task).

Tuntutan tugas tergantung kepada sifat dan jenis tugas, organisasi dan lingkungan di mana tugas tersebut dilakukan (Genaidy, 1996; Manuaba, 2000). Untuk jenis pekerjaan dengan tuntutan tugas yang komplek dan sulit, maka efisiensi kerja optimum tercapai apabila terjadi keseimbangan antara kemampuan pekerja dengan tuntutan tugas.

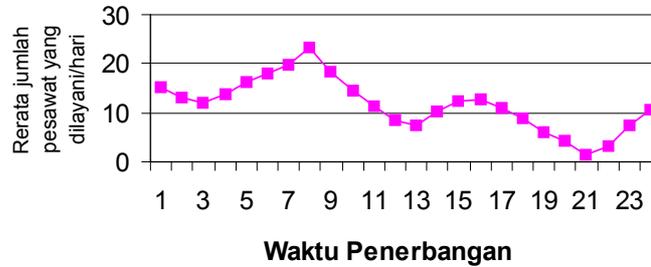
Efisiensi kerja akan terus meningkat selama masih berada di bawah batas kemampuan pekerja dan menurun segera apabila melampui kemampuan pekerja sebagaimana terlihat pada Gambar 24.1. Bagi unsur manajemen, pemahaman tentang konsep dasar ini sangat penting sebagai dasar untuk merencanakan beban tugas (job design) bagi para karyawan serta pengaturan waktu kerja.

Gambar 24.1. Grafik Hubungan antara Kompleksitas Tuntutan Tugas dengan Efisiensi kerja

Sebagaimana telah diuraikan di atas, tuntutan tugas pada bagian ACC - Bandara Ngurah Rai sangat berat dan kompleks serta mengandung resiko tinggi. Pekerja harus membaca dan memahami situasi penerbangan di udara melalui layar monitor, mencatat, mengatur posisi pesawat serta memberikan informasi dan instruksi kepada kapten pesawat, baik pesawat yang akan mendarat di Bandara Ngurah Rai maupun yang hanya melintas di wilayah penerbangan yang berada di bawah kendalinya.

Untuk jenis pekerjaan sebagaimana yang dilakukan oleh karyawan bagian ACC, maka harus diupayakan agar tuntutan tugas tidak melebihi kemampuan pekerja. Apabila hal ini sampai terjadi, maka kelelahan dini akan terjadi, efisiensi kerja menurun dan terjadi pelemahan fungsi tubuh yang pada akhirnya dapat menurunkan tingkat ketelitian pekerja. Apabila tingkat ketelitian pekerja di bagian ACC menurun maka ketepatan di dalam membaca situasi akan menurun pula, dan sebagai akibatnya maka ketepatan informasi yang diberikan menjadi diragukan. Apabila hal ini sampai terjadi, maka dapat dipastikan akan banyak terjadi kecelakaan penerbangan. Sebagaimana kita ketahui, manusia tidaklah sempurna. Manusia mempunyai banyak kelemahan di mana antara satu dengan yang lainnya sangat variatif. Manusia mempunyai kecondongan untuk melakukan kesalahan. Oleh karena itu di dalam mengorganisir dan merencanakan pembagian tugas harus mampu untuk menekan timbulnya kesalahan-kesalahan akibat kelemahan manusia tersebut (Pulat, 1992).

Bagian ACC Bandara Ngurah Rai dilengkapi dengan tiga unit komputer atau *video display terminal (VDT)*, lengkap dengan perangkat pendukungnya, masing-masing melayani bagian timur (*east sector*), bagian tengah (*centre sector*) dan bagian barat (*west sector*). Setiap unit VDT, dilayani oleh seorang pengendali (*controler*) dan

seorang asisten pengendali. Ketiga unit VDT tersebut di bawah kendali seorang pengawas (*supervisor*). Dengan demikian, dalam satu periode kerja, maka jumlah karyawan yang bertugas adalah 7 orang yang terdiri dari 3 orang pengendali, 3 orang asisten dan seorang pengawas. Dari data jumlah pesawat yang dilayani oleh satu unit monitor, maka rerata beban puncak terjadi pada pukul 08.00, yaitu sejumlah 23 pesawat.

Selanjutnya pada pukul 01.00 sejumlah 15 pesawat dan pada pukul 16.00 sejumlah 13 pesawat. Sedangkan rerata beban terendah terjadi pada pukul 21.00 sejumlah 2 pesawat. Secara keseluruhan, rerata jumlah pesawat yang dilayani pada setiap jam kerja dapat dilihat pada Gambar 24.2.

Gambar 24.2 Grafik Hubungan antara waktu dan jumlah yang dilayani

Data tentang tingkat beban kerja pada setiap jam kerja tersebut di atas selanjutnya dapat digunakan sebagai dasar untuk melakukan pengaturan waktu kerja dan istirahat.

24.5.2 Waktu Kerja, Istirahat dan Alokasi Pekerja

Organisasi kerja merupakan alat penting yang menentukan efisiensi dan produktivitas kerja. Seorang ergonomist harus mampu mendesain organisasi kerja sedemikian rupa sehingga kemampuan manusia dapat termanfaatkan secara optimal dengan tetap memperhatikan keamanan, kesehatan dan kenyamanan kerja (Shipley, 1992). Organisasi kerja antara lain mengatur waktu kerja dan alokasi sumber daya manusia (pekerja). Total hasil kerja tidak selalu berbanding lurus dengan waktu kerja. Dalam beberapa kasus, perpanjangan waktu kerja justru menurunkan hasil kerja dan mempunyai kecenderungan untuk timbulnya kelelahan, gangguan penyakit dan kecelakaan. Waktu kerja maksimal di mana seseorang dapat bekerja dengan baik adalah 8 jam per hari termasuk istirahat (Suma'mur, 1984; Grandjean 1993 & Dekker, dkk., 1996). Pengaturan waktu kerja sangat erat kaitannya dengan kemampuan pekerja, tuntutan tugas dan lingkungan kerja. Pengaturan waktu kerja yang tidak tepat dapat menciptakan suatu kondisi kerja di mana terjadi ketidakseimbangan antara tuntutan tugas dengan kemampuan pekerja. Tuntutan tugas yang kurang dari kemampuan pekerja dapat menimbulkan kebosanan yang pada akhirnya akan menurunkan produktivitas kerja. Demikian pula sebaliknya, tuntutan tugas yang melebihi kemampuan pekerja dapat menimbulkan kelelahan dini yang pada akhirnya juga dapat menurunkan tingkat produktivitas. Oleh karena itu, di dalam melakukan pengaturan waktu kerja harus benar-benar diupayakan

untuk dapat menciptakan keseimbangan antara tuntutan tugas, lingkungan kerja dan kemampuan pekerja (Grandjean, 1993; Manuaba, 2000).

Untuk bagian ATC - Bandara Ngurah Rai, pengaturan waktu kerja disesuaikan dengan tuntutan tugas yang membutuhkan pelayanan selama dua puluh empat jam. Untuk memenuhi jam operasional yang panjang ini, diatur *shift work* yang terstruktur dengan jadwal sebagai berikut.

- ➢ Shift pagi : pukul 07.30 s.d 14.00
- ➢ Shift siang : pukul 13.30 s.d 19.30
- ➢ Shift Malam: pukul 19.00 s.d 08.00

Dari jadwal waktu kerja tersebut di atas, dapat dianalisis beberapa hal sebagai berikut.

- ➢ Adanya overlaping antar *shift* masing-masing selama tiga puluh menit. Hal ini dimaksudkan untuk memberikan kesempatan bagi kedua kelompok *shift* untuk alih tugas serta memberikan kesempatan beradaptasi bagi kelompok *shift* pengganti dengan kondisi lalu lintas udara yang ada. Dengan demikian diharapkan bahwa pergantian *shift* tersebut tidak sampai mengganggu kelancaran pelayanan informasi.
- ➢ Dari ketiga kelompok waktu kerja tersebut di atas, terlihat bahwa waktu kerja untuk shift pagi dan siang masing-masing kurang dari delapan jam. Namun shift malam justru lebih dari delapan jam (13 jam). Hal ini tentunya sangat bertentangan dengan *body clock* yang ada pada tubuh pekerja.
- ➢ Apabila dikaitkan dengan tingkat beban kerja (Grafik 24.2), maka beban puncak terjadi pada *shift* pagi dengan jumlah pesawat sebanyak 23 pesawat/ hari/ *shift*, selanjutnya diikuti oleh shift malam dengan jumlah pesawat sebanyak 15 pesawat/hari/ *shift* dan *shift* siang dengan jumlah pesawat sebanyak 13 pesawat/hari/ *shift*.

Untuk mengisi ketiga *shift* tersebut, dibentuk empat kelompok karyawan dengan jumlah anggota masing-masing sebanyak 11 orang (termasuk satu orang sebagai koordinator kelompok). Pembagian waktu kerja diatur sedemikian rupa sehingga masing-masing kelompok mendapat libur satu hari setelah menjalankan tugas berturut-turut untuk *shift* pagi, siang dan malam. Dengan demikian semua kelompok memperoleh satu hari libur dalam empat hari kerja.

Selanjutnya berdasarkan tuntutan tugas yang ada, maka secara internal kelompok, masing-masing koordinator menyusun pembagian waktu kerja sedemikian rupa sehingga masing-masing pekerja maksimal hanya bekerja di depan VDT selama 2 jam//hari/*shift*. Dari hasil wawancara dengan para koordinator, pembagian kerja ini dilakukan sebagai hasil partisapatore dari seluruh pekerja atas dasar pengalaman kerja. Pengalaman tersebut menunjukkan bahwa kekuatan masing-masing pekerja untuk melakukan pengendalian di depan VDT maksimal hanya dua jam. Apabila dipaksakan lebih dari dua jam, dirasakan sangat berat dan

melelahkan. Apabila hal ini dibiarkan terjadi, dikuatirkan akan terjadi kelelahan yang dapat menurunkan tingkat ketelitian sehingga terjadi kesalahan-kesalahan yang dapat berakibat fatal. Khusus untuk shift malam, bagi anggota kelompok yang mendapat giliran di atas pukul 24.00 sampai pukul 08.00 hari berikutnya (biasanya hanya dua orang), diperkenankan untuk datang ± 30 menit sebelum giliran kerja dengan maksud untuk memberikan kesempatan tidur/istirahat sebelum bekerja. Sedangkan anggota lainnya hanya bekerja maksimal sampai pukul 24.00. Walaupun demikian, bagi yang sedang tidak bertugas harus tetap siaga karena apabila diperlukan dapat segera kembali bekerja sesuai dengan waktu kerja yang terstruktur. Dengan pengaturan kerja secara internal kelompok tersebut, ternyata para karyawan merasa lebih nyaman karena memiliki waktu istirahat yang cukup panjang. Dari uraian di atas terlihat bahwa dalam pelaksanaanya, para koordinator beserta seluruh anggota kelompok telah melakukan inovasi dalam upaya melakukan penyesuaian terhadap kondisi lapangan yang ada. Upaya-upaya ini sebenarnya patut dihargai sepanjang dimaksudkan untuk menciptakan kondisi kerja yang sehat, aman, nyaman dan kondusif. Namun, karena pengaturan tersebut hanya bersifat informal, maka akan memberikan kesan adanya ketidakdisiplinan karena melanggar ketentuan yang terstruktur. Oleh karena itu, untuk menghindari adanya salah persepsi tersebut, ada baiknya apabila pengaturan secara informal yang nyata-nyata menghasilkan kondisi kerja yang lebih baik disahkan menjadi pengaturan yang terstruktur.

24.5.3 Tingkat Ketelitian dan Tingkat Kelelahan.

Suatu survei yang dilakukan oleh perkumpulan optometris di Amerika menemukan bahwa sebanyak 10.000.000 pemeriksaan mata dilakukan setiap tahunnya oleh karena pemakaian VDT. Gejala-gejala keluhan yang berkaitan dengan gangguan penglihatan tersebut dikenal dengan istilah *Computer Vision Syndrom (CVS)* (Susila, 2001). Sementara itu, hasil penelitian yang dilakukan oleh Grandjean, *etal.*, (1971) terhadap 68 orang pengendali lalu lintas udara (*air traffic controler*) menunjukkan bahwa tingkat kelelahan akan terus meningkat setelah enam jam bekerja. Kinerja para pengendali pada siang hari tinggi, sedangkan pada malam hari cenderung menurun (Hashimoto, *etal.*, 1971). Kondisi ini tampaknya sudah dipahami bahkan mungkin sudah dirasakan oleh para pekerja di bagian ACC - Bandara Ngurah Rai Tuban - Bali. Hal ini tercermin dari adanya upaya inovatif dalam pengaturan waktu kerja aktif. Dengan mengatur waktu kerja aktif di depan VDT selama maksimum 2 jam, maka diharapkan dapat tercipta kondisi kerja yang nyaman dan aman. Dengan rasa nyaman tersebut, kestabilan tingkat ketelitian terjaga, kelelahan dan keluhan subjektif terkendali. Hal ini diperkuat oleh hasil pengukuran tingkat ketelitian melalui uji *Bourdon Wiersma*. Melalui uji *t-paired*, kecepatan dan kesalahan sebelum dan sesudah bekerja untuk masing-masing *shift* tidak menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$). Demikian pula dengan hasil uji *One Way Anova* menunjukkan bahwa kecepatan dan kesalahan yang ada antar masing-masing shift tidak berdeda bermakna ($p > 0,05$). Selanjutnya hasil analisis tingkat ketelitian menunjukkan bahwa sebelum dan sesudah bekerja,

para karyawan memiliki tingkat ketelitian dengan kategori yang tetap, bahkan untuk shift siang, tingkat ketelitian sesudah bekerja justru meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa dengan pengaturan jam kerja efektif di depan VDT (2 jam, maka tuntutan tugas yang ada masih di bawah kemampuan pekerja. Sedangkan untuk tingkat konstansi, pada siang dan malam hari mengalami penurunan. Pada pagi hari, tingkat konstansi masih dalam kategori baik, namun pada siang dan malam hari dalam kategori kurang. Secara keseluruhan, hasil uji *Bourdon Wiersma* dapat dilihat pada Tabel 24.1.

Tabel 24.1. Hasil Uji Bourdon Wiersma

No.	Kriteria	Shift pagi				Shift siang				Shift malam			
		Pre		Post		Pre		Post		Pre		Post	
		WS	Gol	WS	Gol	WS	Gol	WS	Gol	WS	Gol	WS	Gol
1	Kecepatan	14	B	14	B	14	B	14	B	14	B	14	B
2	Ketelitian	9	C	10	C	-	C	13	CK	9	C	9	C
3	Konstansi	14	B	14	B	9	B	9	B	14	B	9	B

Keterangan :

Pre :	*sebelum bekerja*	*B :*	*baik*
Post :	*sesudah bekerja*	*C :*	*cukup*
WS :	*weighted scores*	*CK :*	*cukup baik*
Gol :	*golongan (kategori)*		

Dari Tabel 24.1 dapat dilihat bahwa baik pada *shift* pagi, *shift* siang maupun *shift* malam, Tingkat kecepatan dan konstansi pekerja tetap stabil dengan kategori baik, sedangkan tingkat ketelitian pekerja hanya berada dalam kategori cukup (C). Sebenarnya apabila dilihat dari hasil penghitungan denyut nadi, maka beban kerja di bagian ACC masih dalam kategori ringan dengan denyut nadi kerja di bawah 100 denyut/menit. Namun ternyata tingkat kelelahan yang terjadi cukup tinggi. Hal ini dapat dilihat dari hasil analisis proporsional terhadap tingkat kelelahan pekerja. Diakhir kegiatan, sebagian pekerja mengeluh mengantuk (pagi = 58,33 %, siang = 91,67 %, malam = 66,67 %), merasa berat pada mata (pagi = 83,33 %, siang = 66,67 %, malam = 58,33 %), merasa ingin berbaring (pagi = 83,33 %, siang = 58,33 %, malam = 75 %) dan lelah seluruh badan (pagi = 58,33 %, siang = 75 %, malam = 83.33 %). Dari data keluhan tersebut dapat dikatakan bahwa sebenarnya beban kerja internal lebih besar apabila dibandingkan dengan beban kerja eksternal. Hal ini dapat dipahami mengingat karakteristik tuntutan tugas yang beresiko sangat tinggi. Untuk pekerjaan dengan tuntutan ketelitian dan ketepatan yang tinggi serta resiko kerja yang tinggi, kondisi ini tentunya sama sekali tidak diharapkan. Apabila kondisi tubuh dalam keadaan lelah, jelas dapat menurunkan tingkat ketelitian dan kewaspadaan pekerja dan beresiko terjadinya kesalahan yang dapat berakibat fatal, yaitu terjadinya kecelakaan penerbangan. Oleh karena itu perlu dilakukan

langkah-langkah korektif, diantaranya dengan mengurangi waktu kerja efektif di depan VDT, sehingga tingkat kesegaran tubuh pekerja terjaga dan tingkat ketelitian pekerjapun dapat ditingkatkan.

24.6 Simpulan

Dari hasil pengamatan dan analisis data tentang aspek ergonomi dalam aktivitas pengendalian lalu lintas udara, khususnya di bagian ACC Bandara Ngurah Rai Bali, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Untuk dapat memberikan pelayanan selama 24 jam, maka alokasi waktu kerja dilakukan dengan sistem bergilir (*shift work*), yaitu kerja pagi, siang dan malam.
2. Jadwal kerja yang telah ditetapkan secara terstruktur diatur kembali secara informal dengan membatasi waktu kerja efektif di depan VDT maksimal selama 2 jam dalam upaya menciptakan kondisi kerja yang aman, nyaman dan sehat.
3. Dengan penerapan waktu kerja efektif tersebut, ternyata kecepatan, konstansi dan tingkat ketelitian pekerja sebelum dan sesudah bekerja tetap stabil. Tingkat kecepatan dan konstansi dalam kategori baik, sedangkan tingkat ketelitian hanya masuk dalam kategori cukup.
4. Diakhir kegiatan, sebagian besar pekerja mengeluh mengantuk, berat di kepala, merasa lelah di seluruh badan, ada beban berat di mata dan merasa ingin berbaring.

PENGATURAN KERJA BERGILIR

24.7 Saran

Saran yang tampaknya penting untuk disampaikan adalah sebagai berikut.

1. Mengingat bahwa pekerjaan pengendalian lalu lintas udara menuntut tingkat ketelitian yang tinggi dan mengandung resiko yang tinggi pula, maka kiranya perlu dilakukan langkah-langkah korektif untuk meningkatkan ketelitian pekerja sehingga minimal masuk dalam kategori baik.
2. Penerapan waktu kerja efektif selama maksimal 2 jam kiranya perlu ditinjau kembali dan perlu dicoba untuk menguranginya dalam upaya menekan tingkat kelelahan dan mencegah terjadinya penurunan tingkat ketelitian pekerja.

24.8 Kepustakaan

Arikunto, S. 1998. Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek. Rineka Cipta. Yogyakarta.

Dekker, K., Cs. 1996. The Human Aspect of Shift Work. Edited by Bharattacharya, A & McGlothlin, J.D. 1996. Occupational Ergonomics Theory and Applications. Marcel Dekker Inc. New York.

Grandjean, E., Wotzka, G., Schaad, R. & Gilgen, A. 1971. Fatigue and Stress in

Air Traffic Controllers. Dalam: Hashimoto, K. et.al. eds. *Methodology in Human Fatigue Assessment*. Taylor & Francis, Ltd. London: 159-165.

Grandjean, E. 1993. Fitting the Task to the Man, 4th ed. Taylor & Francis Inc. London.

Genaidy, A.M. 1996. Physical Work Capacity. Edited by Bharattacharya, A & McGlothlin, J.D. 1996. Occupational Ergonomics Theory and Applications. Marcel Dekker Inc. New York.

Hashimoto, K., Cs. 1971. Methodologi in Human Fatigue Assessment. Taylor and Francis Ltd. London.

Idris, T. & Sutalaksana, I.Z. 2001. Evaluasi Beban Kerja Operator *Air Traffic Control* dengan Menggunakan Metode Obejektif dan Subjektif. Ergonomics National - International on Ergonomics - Sports Phisiology. Editor : Sutajaya, M. Udayana University Press. Denpasar.

Manuaba, A. 1998. Bunga Rampai Ergonomi. Vol. 2. Shift Work at Hotels in Bali. Program Studi Ergonomi - Fisiologi Kerja Universitas Udayana. Denpasar.

Manuaba, A. 2000. Ergonomi, Kesehatan dan Keselamatan Kerja. dalam *Proceeding* Seminar Nasional Ergonomi 2000. Editor : Wignyosoebroto, S & Wiranto, S.E. Guna Widya. Surabaya.

Pulat, B.M. 1992. Fundamentals of Industrial Ergonomics. Prentice Hall, Englewood Cliffs. New Yersey.

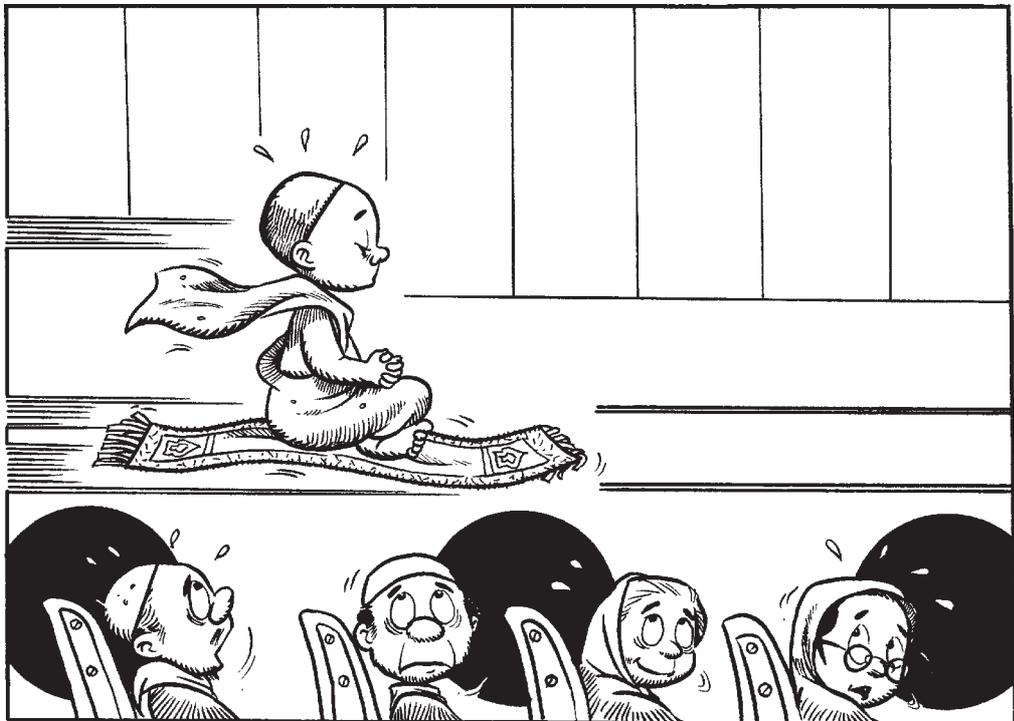
Robins, S.P. 1998. Komunikasi. PT. Prenhallindo. Jakarta

Rodahl, K. 1989. The Physiology of Work. Taylor & Francis. London, New York, Philadelphia.

Shipley, P. 1992. The Analysis of Organizations as Conceptual Tool for Ergonomics Practitioners. Edited by Wilson, J.R. and Corlett, E.N. Evaluation of Human Work. Taylor and Francis. London Washington DC.

Suma'mur, P.K. 1984. Ergonomi Untuk Produktivitas Kerja. Yayasan Swabhawa Karya. Jakarta.

Susila, IGN. 2001. *Computer Vision Syndrom*. Ergonomics National - International on Ergonomics - Sports Phisiology. Editor : Sutajaya, M. Udayana University Press. Denpasar.

BAB 25

Studi Kasus Penerbangan Jemaah Haji Surabaya-Jeddah Tahun 2001 terhadap Kelelahan dan Keluhan Muskuloskeletal

25.1 Latar Belakang

Penerbangan Surabaya-Jeddah bagi jemaah haji embarkasi Surabaya memiliki waktu tempuh selama ± 10 jam. Menempuh perjalanan udara selama 10 jam memerlukan persiapan baik fisik maupun mental. Walaupun selama perjalanan udara para penumpang tidak melakukan kerja fisik, namun persiapan fisik diperlukan karena duduk statis dalam waktu lama sangat membosankan dan melelahkan. Duduk tegang dan kaku akan memberikan tekanan pada tulang belakang. Sikap duduk yang keliru akibat kursi yang tidak sesuai dengan antropometri pemakai juga dapat menambah tekanan yang terjadi dan merupakan penyebab utama adanya masalah-masalah punggung. (Sumakmur, 1982; Grandjean, 1993 dan Nurmianto, 1996). Di samping persiapan fisik, penerbangan dalam waktu yang lama juga memerlukan persiapan mental karena banyak faktor lingkungan yang dapat menimbulkan tekanan (*stressing*), seperti kondisi mikroklimat, kondisi lingkungan yang terasa asing, kekuatiran dan ketakutan. Apabila beban kerja dan stressing ini tidak terkendalikan dengan baik dapat menimbulkan kelelahan yang pada akhirnya mengurangi tingkat kenyamanan, bahkan dapat menyebabkan sakit (Manuaba, 1998).

Perhatian terhadap tingkat keselamatan dan kenyamanan para jemaah selama penerbangan sangat diperlukan mengingat bahwa sebelum pemberangkatan sebenarnya kondisi kesegaran para jemaah haji tidak optimal karena berbagai acara dan persiapan yang melelahkan dan sesampainya di tujuan, jemaah haji akan langsung dihadapkan pada jadwal kegiatan yang padat dan pada umumnya dilakukan di bawah tekanan panas yang tinggi. Salah satu contoh kegiatan yang memerlukan kekuatan fisik adalah berjalan kaki dengan total jarak tempuh kurang lebih 320

KM. Dalam tulisan. Kabat, yang berjudul Memahami Kesakitan dan Pencegahan Penyakit Jemaah Haji Indonesia disebutkan bahwa setiap tahun, 78 % jemaah haji Indonesia pernah mengalami sakit dan pola penyakitnya kurang lebih sama. Dari 78 % yang sakit ini, setiap tahun yang wafat antara 500-700 jemaah, terbanyak akibat penyakit radang paru dan jantung. Seseorang akan mudah sakit apabila kondisi kesegaran jasmanianya menurun, sehingga daya tahan tubuh juga menurun. Untuk mengurangi angka kesakitan dan kematian tersebut, maka langkah-langkah preventif maupun kuratif perlu dilakukan pada setiap tahapan perjalanan haji, dan salah satunya adalah keselamatan dan kenyamanan jemaah haji selama penerbangan menuju Jeddah.

Bertitik tolak dari pemikiran dan penjabaran tersebut di atas, kiranya penelitian melalui pendekatan ergonomi perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat kenyamanan para jemaah haji embarkasi Surabaya selama penerbangan menuju Jeddah, yang nantinya dapat dipakai sebagai dasar untuk melakukan langkah-langkah perbaikan sehingga selama penerbangan para jemaah dapat beristirahat dengan nyaman.

25.2 Materi dan Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam perjalanan haji dari embarkasi Surabaya untuk jemaah haji tahun 2001 yang berasal dari Bali dan Jawa Timur yang masuk dalam kelompok terbang (kloter) 61, hari Senin, tanggal 12 Pebruari 2001, mulai pukul 07.05 s.d. 17.10 Wita di dalam pesawat Boing 747-400 dengan menggunakan jasa penerbangan Saudi Arabian Airline. Sebagai subjek dalam penelitian ini adalah enam orang jamaah haji wanita asal Kabupaten Badung Propinsi Bali yang masuk ke dalam regu B5, rombongan 3. Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan *pre test - post test one case study design* dengan tahapan pengumpulan dan analisis data sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data Primer
   Data primer diperoleh melalui observasi, pengukuran dan kuesioner, yang meliputi data dimensi kursi, denyut nadi dan keluhan subjektif. Denyut nadi dihitung sesaat sebelum dan sesudah penerbangan. Hasil pengukuran denyut nadi sebagai parameter beban kerja dibandingkan dengan kategori beban kerja, sedangkan kemaknaan peningkatan denyut nadi dianalisis menggunakan *t-paired test* pada taraf signifikansi 5 % ($\alpha = 0{,}05$). Pengambilan data awal tentang tingkat kelelahan dan keluhan gangguan otot skeletal dilakukan sebelum dan sesudah penerbangan dengan menggunakan kuesioner dan Nordic Body Map. Untuk menganalisis kemaknaan perbedaan antara keluhan awal dan akhir, dilakukan *uji wilcoxon* pada taraf signifikansi 5 % ($\alpha = 0{,}05$). Data suhu dan kelembaban udara diambil setiap jam selama penerbangan.
2. Pengumpulan Data sekunder
   Data sekunder berupa antropometri masyarakat Indonesia yang diperoleh dari hasil interpolasi masyarakat British dan Hongkong (Pheasant, 1988) terhadap masyarakat Indonesia (Sumakmur, 1982).

25.3 Hasil dan Pembahasan

25.3.1 Antropometri Subjek dan Dimensi Kursi Penumpang.

Dimensi kursi yang tidak sesuai dengan antropometri pemakai dapat menyebabkan adanya sikap duduk yang salah yang akan menjadi penyebab utama terjadinya keluhan pada tulang belakang yang pada akhirnya akan mengurangi tingkat kenyamanan. Untuk antropometri jemaah Haji Indonesia, dipakai data sekunder, yaitu antropometri masyarakat Indonesia yang diperoleh dari hasil interpolasi masyarakat British dan Hongkong (Pheasant, 1988) terhadap masyarakat Indonesia (Suma'mur, 1982). Perbandingan antara dimensi kursi dengan antropometri dapat dilihat pada tabel 25.1 sebagai berikut.

Tabel 25.1. Data Ukuran Kursi dan Antropometri Subjek.

Ukuran kursi dalam pesawat *		Antropometri wanita Indonesia (cm) **			Kesen-jangan
Bagian Kursi	Ukuran	Bagian Tubuh	5 %ile	95%ile	
Tinggi Sandaran kepala	98 cm	Tinggi duduk	77.5	89.3	8.7 cm
Tinggi sandaran punggung	68 cm	Tinggi bahu duduk	50.1	59.9	8.1 cm
Tinggi sandaran tangan	19 cm	Tinggi siku duduk	17.5	28.3	
Panjang sandaran tangan	42 cm	Panjang siku-ujung jari	37.4	38.7	
Panjang kursi	47 cm	Panjang bokong-popliteal	48.8	58.6	
Tinggi kursi	46 cm	Tinggi popliteal	33.7	42.8	3.2 cm
Lebar kursi	44 cm	Lebar bahu (bideltoid)	34.2	42.8	
Jarak antar kursi	72 cm	Tebal perut	17.5	28.7	
Sudut putar max. sandaran kursi	101.7°				135° ***

* : *Hasil pengukuran*
** : *Suma'mur, 1984 dalam Nurmianto, 1996*
*** : *Woodson, 1986*

Kesenjangan antara ukuran kursi dengan antropometri sebagaimana tercantum pada tabel 25.1 di atas menunjukkan adanya ketidaksesuaian antara ukuran kursi dengan antropometri wanita Indonesia. Ketidaksesuaian yang perlu mendapatkan perhatian antara lain adalah tinggi sandaran kepala, tinggi sandaran punggung, tinggi kursi dan sudut putar kursi. Ketidaksesuaian antara tinggi sandaran kepala dan punggung dengan tinggi duduk dan tinggi bahu duduk akan menyebabkan posisi kepala tertekuk ke depan, menyebabkan adanya sikap paksa yang dapat menimbulkan gangguan otot skeletal, terutama pada bagian leher, bahu, dan akhirnya akan merambat ke punggung dan pinggang. Tinggi popliteal yang lebih rendah dari tinggi kursi menyebabkan posisi kaki dalam keadaan menggantung, dan dapat menyebabkan gangguan otot skeletal pada betis. Untuk mengetahui tingkat gangguan otot skeletal ini, telah dilakukan pengumpulan data dengan menggunakan kuesioner *Nordic Body Map* yang dilakukan sebelum (keluhan awal) dan sesudah penerbangan (keluhan akhir), dan hasil scoring tingkat keluhan dapat dilihat pada tabel 25.2 sebagai berikut.

Tabel 25.2 : Hasil Skor Tingkat Gangguan Otot Skeletal

Subjek	Skor keluhan awal	Skor keluhan akhir	Selisih skor
1	30	40	10
2	35	40	5
3	37	57	20
4	33	54	21
5	33	42	9
6	31	56	25
Rerata	33.17	48.17	16.67
SD.	2.56	8.30	8.02

Skala nilai skor : Tidak sakit : 1
Agak sakit : 2
Sakit : 3
Sangat sakit : 4

Dari hasil analisis statistik dapat diketahui bahwa skor keluhan awal gangguan otot skeletal adalah 33,17 ± 2,56, sedangkan skor keluhan akhir adalah 48,17 ± 8,3. Telah terjadi peningkatan skor keluhan secara bermakna dengan nilai p = 0,028 (< 0,05). Ini berarti bahwa perjalanan udara dari Surabaya menuju Jedah memberikan efek terhadap gangguan otot skeletal secara bermakna. Pada akhir penerbangan, 100 % subjek mengeluh sakit pada bahu, punggung, pinggang dan betis, (83,3%) mengeluh sakit pada lengan atas dan bokong. Terjadinya keluhan pada bahu disebabkan oleh sandaran kepala yang terlalu tinggi sehingga otot-otot pada bagian bahu tertarik. Demikian halnya dengan keluhan pada punggung dan pinggang. Selain tertarik akibat sandaran kepala yang terlalu tinggi, juga disebabkan oleh posisi sandaran kursi yang kurang antropometris sehingga tulang belakang dalam posisi tidak alamiah. Sikap paksa ini apabila terjadi dalam waktu lama, dapat menimbulkan rasa nyeri otot. Rasa nyeri ini akan bertambah karena duduk statis dalam waktu lama akan mengurangi kelancaran peredaran darah ke seluruh tubuh sehingga suplai darah ke otot juga menurun dan dapat menimbulkan kekejangan otot lokal. Untuk kursi penumpang pada kendaraan umum dengan waktu tempuh yang panjang, sandaran kursi yang dianjurkan dalam posisi normal membentuk sudut 105^{o} , dan dapat disesuaikan/diatur hingga sudut 135^{o} terhadap horizontal (Woodson, 1986). Keluhan-keluhan ini sebenarnya dapat diminimalkan dengan cara pengaturan sandaran dan bantalan kursi sehingga tulang belakang dalam posisi alamiah. Namun dalam pesawat Boing 747 dengan kapasitas penumpang 450 orang hanya mempunyai space yang relatif sempit dan sandaran kursi hanya dapat diatur hingga sudut 101,7 ^{o} (< 135^{o}).

Keluhan pada betis muncul karena adanya tumpukan darah yang terjadi akibat aktivitas duduk statis dalam waktu yang relatif lama, apalagi posisi kaki dalam keadaan menggantung. Tumpukan darah tersebut dapat menimbulkan tekanan pada jaringan otot di bagian betis, bahkan dapat menyebabkan aliran darah diperlambat yang pada akhirnya menimbulkan rasa sakit. Untuk meminimalkan keluhan pada betis ini sebenarnya bisa dilakukan dengan memberikan sandaran kaki pada kursi yang bisa diatur sesuai dengan anthropometri pemakai. Namun kenyataan di dalam pesawat Boing 747, untuk kelas ekonomi sandaran kaki tersebut tidak ada.

26.3.2 Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan sangat berpengaruh terhadap tingkat kenyamanan. Kondisi lingkungan yang kurang memadai dapat memberikan beban tambahan yang dapat menimbulkan kelelahan dini. Faktor-faktor lingkungan yang berpengaruh antara lain meliputi intensitas penerangan, kebisingan, dan mikroklimat. Untuk faktor intensitas penerangan dan kebisingan, dalam penelitian ini tidak diukur karena keterbatasan kondisi dan keterbatasan alat ukur. Sedangkan untuk mengetahui kondisi mikroklimat di dalam pesawat udara selama penerbangan dari Surabaya ke Jeddah telah dilakukan pengukuran suhu dan kelembaban udara pada setiap satu jam penerbangan. Menurut Helander (1995), suhu nyaman di musim panas berkisar antara 23-26 ^{o}C dengan kelembaban udara berkisar antara 40-60 %, sedangkan menurut Manuaba (1983), suhu nyaman bagi orang Indonesia berkisar antara 24-28 ^{o}C. Hasil analisis data tentang kondisi mikroklimat dalam pesawat menunjukkan bahwa rerata suhu permukaan dalam pesawat sebesar 27,11 ^{o}C dengan rerata kelembaban udara sebesar 52,44 %. Dengan demikian kondisi mikroklimat dalam pesawat masuk dalam kategori nyaman. Ini berarti bahwa kondisi mikroklimat dalam pesawat tidak memberikan *stressing*/tambahan beban pada tubuh. Sementara itu suhu udara luar di King Abdul Azis-Jeddah cukup tinggi yaitu sebesar 33^{o}C dengan kelembaban udara sebesar 45 %. Menurut Manuaba (1998), selisih antara suhu di dalam dan di luar ruang tidak boleh lebih dari 4 ^{o}C. Perbedaan suhu udara yang terlampau besar antara di dalam pesawat dengan suhu luar di King abdul azis ini (> 4 ^{o}C) jelas akan mengurangi tingkat kenyamanan penumpang setelah turun dari pesawat.

26.3.3 Beban Kerja

Duduk diam selama 10 jam dalam pesawat udara dengan aktivitas dan suasana yang monoton dapat memberikan tambahan beban yang bersifat psikologis. Derajat beban kerja tersebut dapat dilihat dari aneka variabel seperti pemakaian O_2, penggunaan kalori, dan denyut nadi. Salah satu cara dalam menentukan konsumsi kalori atau pengerahan tenaga kerja untuk mengetahui derajat beban kerja adalah dengan penghitungan denyut nadi kerja, yaitu rerata denyut nadi selama bekerja. Berdasarkan pemakaian O_2, konsumsi kalori, dan denyut nadi, tingkat beban kerja dibedakan untuk beban sangat ringan, ringan, sedang, berat, sangat berat, dan luar biasa berat sebagaimana terlihat pada tabel 7.1

Dari penghitungan denyut nadi dengan metode penghitungan 10 denyut yang dilakukan sebelum dan sesudah penerbangan, diperoleh hasil sebagaimana terperinci dalam tabel 25.3 sebagai berikut.

Tabel 25.3 Hasil Penghitungan Denyut Nadi Kerja

Subjek	Nadi awal (denyut/menit)	Nadi akhir (denyut/menit)	Selisih nadi (denyut/menit)
1	80	133	53
2	83	115	32
3	88	130	42
4	88	113	25
5	80	125	45
6	86	120	34
Rerata	84.17	122.67	39.83
SD	3.71	8.06	8.32

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa rerata denyut nadi awal adalah 84,17 denyut/menit ± 3,71, sedangkan rerata denyut nadi akhir adalah 122,67 denyut/menit ± 8,06. Telah terjadi peningkatan denyut nadi secara bermakna ($p = 0,00 < 0,05$), yaitu sebesar 40,02 %. Dari denyut nadi kerja tersebut dapat diketahui bahwa beban kerja yang harus dipikul oleh jemaah haji selama penerbangan dari Surabaya menuju Jeddah tergolong ke dalam kategori beban kerja sedang (100-125 denyut/menit). Mengingat bahwa selama penerbangan, para jemaah haji sama sekali tidak melakukan aktivitas fisik, dan kondisi mikroklimat dalam pesawat termasuk dalam kategori nyaman, maka jelas bahwa beban kerja yang ada lebih banyak disebabkan oleh tekanan psikologis.

26.3.4 Kelelahan

Kelelahan bagi setiap orang lebih bersifat subjektif karena terkait dengan perasaan. Kelelahan adalah aneka keadaan yang disertai dengan penurunan efisiensi dan ketahanan dalam bekerja. Kelelahan terjadi karena beberapa sebab antara lain karena melakukan aktivitas yang monoton, beban kerja dan waktu kerja yang berlebihan, keadaan lingkungan, keadaan kejiwaan (spikologis) dan keadaan gizi. Hasil percobaan yang telah dilakukan juga menyatakan bahwa keadaan dan perasaan kelelahan adalah reaksi fungsional dari pusat kesadaran yaitu *cortex cerebri*, yang dipengaruhi oleh dua sistem antagonik, yaitu sistem penghambat (inhibisi) dan sistem penggerak (aktivasi). Apabila sistem penghambat lebih kuat, maka seseorang akan berada dalam kelelahan atau sebaliknya apabila sistem aktivasi lebih kuat maka seseorang dalam keadaan segar untuk bekerja. (Granjean, 1993 dan Nurmianto, 1996)

Selain faktor fisik akibat sikap duduk yang salah, maka yang banyak berpengaruh terhadap tingkat kelelahan jemaah haji selama menempuh perjalanan udara adalah kondisi kejiwaan (psikologi). Memang agak sulit untuk mengatasi masalah tekanan psikologis ini. Manusia memiliki pikiran-pikiran dan pertimbangan-pertimbangan, dan salah satu pikiran yang selalu mengganggu adalah kekhawatiran. Perjalanan udara selama kurang lebih 10 jam dapat menimbulkan berbagai perasaan, terutama perasaan takut dan khawatir. Apabila seseorang telah memutuskan untuk berangkat menunaikan ibadah haji ini berarti harus meninggalkan sanak saudara dalam waktu yang cukup lama. Dari gambaran tentang pelaksanaan jamaah haji yang sering ditayangkan di telivisi, sepertinya para jamaah akan dihadapkan pada situasi dan kondisi yang penuh dengan tantangan dan perjuangan yang berat. Kondisi dalam pesawat yang terkadang sangat asing bagi jamaah haji, misalnya tentang cara-cara penggunaan sarana fasilitas yang ada seperti penggunaan toilet. Banyak di antara para jamaah yang terpaksa menahan untuk tidak buang air karena takut berdiri dan tidak bisa menggunakan sarana yang ada karena memang sangat asing. Menu yang tidak cocok dengan selera juga merupakan masalah yang tidak dapat dipungkiri. Rasa kuatir, ketakutan dan tekanan akibat kondisi lingkungan yang asing tersebut apabila terus meningkat dapat berubah menjadi ketegangan pikiran yang dapat menimbulkan gangguan psikologis yang berperanan cukup besar dalam menimbulkan kelelahan.

Untuk mengetahui tingkat kelelahan akibat perbangan telah dilakukan pendataan yang dilakukan sebelum (kelelahan awal) dan sesudah penerbangan (kelelahan akhir) dengan kuesioner 30 item pertanyaan. Selanjutnya dilakukan *scoring* dan tabulasi data dengan hasil seperti pada tabel 25.4

Tabel 25.4: Hasil skoring tingkat kelelahan

Subyek	skor kelelahan awal	skor kelelahan akhir	Selisih skor
1	37	54	17
2	43	60	17
3	46	60	14
4	47	58	11
5	45	57	12
6	51	67	16
Rerata	44.83	59.33	14.50
SD.	4.67	4.37	2.58

Skala nilai skor : Pilihan (a) : 1 Pilihan (c) : 3
Pilihan (b) : 2 Pilihan (d) : 4

Dari hasil analisis statistik dapat diketahui bahwa skor keluhan awal adalah 44.83 ± 4.67, sedangkan skor keluhan akhir sebesar 59.33 ± 4.37. Telah terjadi peningkatan skor kelelahan secara bermakna ($p = 0.00 < 0.05$), yaitu sebesar 32,34 %. Ini berarti bahwa perjalanan udara dari Surabaya menuju Jedah memang melelahkan.

Indikator kelelahan melalui 30 item pertanyaan dapat dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu :

1. pertanyaan no. 1 s.d 10 untuk mengidentifikasi pelemahan kegiatan
2. pertanyaan no. 11 s.d. 20 untuk mengidentifikasi pelemahan motivasi
3. pertanyaan no. 21 s.d. 30 untuk mengidentifikasi kelelahan fisik akibat keadaan umum

Dari skor untuk tiga kelompok dari 30 item pertanyaan, dapat diketahui bahwa total skor untuk kelompok I (pelemahan kegiatan), kelompok II (pelemahan motivasi), dan kelompok III (kelelahan fisik akibat keadaan umum) berturut-turut adalah 149, 88, dan 119. Di sini terlihat bahwa kelompok pertanyaan yang mengindikasikan adanya pelemahan kegiatan mempunyai total skor yang tertinggi, berikut diikuti dengan kelelahan fisik dan pelemahan motivasi. Dari data kelelahan tersebut dapat dikatakan bahwa selama berada dalam perjalanan udara, sistem inhibisi dalam tubuh para jemaah haji lebih dominan daripada sistem aktivasi.

26.4 Simpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Penerbangan Surabaya-Jeddah merupakan kegiatan yang monoton dan melelahkan
2. Kursi yang tidak antropometris menimbulkan adanya sikap paksa yang menyebabkan terjadinya gangguan otot skeletal, terutama pada otot bagian bahu, punggung, pinggang, lengan atas, bokong dan betis
3. Kondisi mikroklimat dalam pesawat dalam kategori nyaman bagi orang Indonesia
4. Walaupun selama perjalanan udara para jamaah haji tidak melakukan aktivitas yang berat namun hasil penelitian menunjukkan adanya kelelahan, yaitu adanya pelemahan kegiatan, kelelahan akibat kondisi umum dalam pesawat, dan pelemahan motivasi yang lebih banyak disebabkan oleh adanya tekanan psikologis
5. Sistem inhibisi dalam tubuh tampak lebih dominan dibandingkan dengan sistem aktivasi.

26.5 Saran

Mengingat bahwa setibanya di Jedah para jemaah haji langsung dihadapkan pada jadwal kegiatan yang membutuhkan kondisi fisik dan mental yang prima, maka untuk menekan timbulnya efek-efek yang kurang menguntungkan bagi kenyamanan dan kesehatan para jamaah haji selama dalam perjalanan udara dari Surabaya ke Jedah, maka perlu dilakukan tindakan-tindakan preventif, antara lain sebagai berikut :

1. Hendaknya jumlah dan posisi kursi diatur sedemikian rupa sehingga mempunyai ruang gerak yang cukup leluasa untuk menggerakkan anggota badan. Bantal kursi hendaknya disediakan agar penumpang dapat mengatur posisi duduknya dengan lebih nyaman. Sandaran kaki perlu dipasang untuk semua kelas penerbangan.

2. Selama latihan manasik haji, hendaknya lebih ditekankan pada bagaimana tata cara pelaksanaan semua tahapan haji yang benar, aman dan mudah. Jangan memberikan informasi yang justru akan menambah rasa kekhawatiran dan ketakutan para calon jemaah haji.
3. Selama latihan manasik haji, selain masalah spiritual, hendaknya para jamaah haji juga diberikan penjelasan tentang situasi dan cara penggunaan segala fasilitas yang ada di pesawat, termasuk diantaranya penggunaan toilet, dan bila perlu ditunjukkan contoh alat dan cara penggunaannya secara nyata.
4. Jauh sebelum pemberangkatan hendaknya para calon jamaah haji mempersiapkan kekuatan fisik maupun mental, sehingga benar-benar siap menghadapi segala kondisi yang ada selama masa penerbangan. Hal ini sangat diperlukan untuk meminimalkan tingkat kelelahan akibat emosi yang tak terkendali.
5. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat tentang sejauh mana aspek dari perjalanan udara dari Surabaya ke Jedah, perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan mengukur semua faktor penyebab kelelahan secara lengkap sehingga dapat dicarikan solusi yang tepat sebagai tindakan preventif untuk para calon jamaah haji yang akan datang.

26.6 Kepustakaan

Astrand, P.O. and Rodahl, K. 1977. Textbook of Work Physiology, 2th ed. McGraw-Hill Book Company. USA.

Grandjean, E. 1993. Fitting the Task to the Man, 4th ed. Taylor & Francis Inc. London.

Helander, M. 1995. *A Guide to the Ergonomics of Manufacturing*. Taylor & Francis. Great Britain: 55-64.

Manuaba, A. 1998. Bunga Rampai Ergonomi Vol. 1. Udayana, Denpasar.

Nurmianto, E. 1996. Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya. 1th ed. Guna Widya. Jakarta

Pheasant, S. 1988. *Body Space*. Anthropometry, Ergonomics and Design, Taylor & Francis. London.

Suma'mur, P.K. 1982. Ergonomi Untuk Produktivitas Kerja. Yayasan Swabhawa Karya. Jakarta.

Suma'mur, P.K. 1984. Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja. PT. Toko Gunung Agung. Jakarta.

Woodson, W.E. 1986. Human Factors Design Handbook. McGraw-Hill Book Company. USA.

DAFTAR SINGKATAN

A : Angle of Asymetric
AC : Air Conditioning
ACC : Area Control Centerd
ACGIH : American Conference of Govermental Industrial Hygienist
AM : Angle Multiplier
AIHA : American Industrial Hygiene Assosiation
ANOVA : Analysis of Variance
ASHRAE: American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers
ATC : Air Traffic Control

BB : Berat Badan
BEA : Break Even Analysis:
BEP : Break Even Point
BLS : The Bureu of Labour Statistics
BRI : Building Related Illness
BUMN : Badan Usaha Milik Negara

^{o}C : Derajad celciuc
C : Coupling Classification
CIDEA : Center of Inclusive Design and Environmental Access
CM : Coupling Multiplier
CO : Carbon Monoxide
CO_2 : Carbon dioxside
CVL : Cardio Vaskulair Load
CVS : Computer Vision Syndrome

D : Distination
DB : Desible
DM : Distance Multiplier
DNI : Denyut Nadi Istirahat
DNK : Denyut Nadi Kerja
DPM : Denyut Per Menit
DPNI : Dewan Produktivitas Nasional Indonesia

ECG : Electro Cardio Graph
^{o}F : derajad Fahrenhet
F : Frequency of Lifting
FM : Frequency Multiplier

H : Horizontal Location
HM : Horizontal Multiplier
HR : Heart rate
HZ : Herzt
H_2O : Hydrogen Oxide

IFRC : Industrial Fatique research Committee
ILO : International Labour Organisation
IPTEK : Ilmu Pengetahuan dan teknologi
ISBB : Indeks Suhu basah dan Bola

K : Keluaran
Kepmenaker : Keputusan Menteri Tenaga Kerja

LBP : Low back Pain
LC : Load Constant
LI : Lifting Index
L/min : Liter per Menit

M : Masukan
M/det : Meter per Detik
MMH : Material manual handling
MSDs : Musculoskeletal Disorders

N : Jumlah Sampel
NAB : Nilai Ambang Batas
NBM : Nordic Body Map
NHMRC : National Health and Medical Research Council

NIOSH : National Institute for Occupational Health and Safety
NO : Nitrogen Oxide
NO_2 : Nitrogen Dioxide
NSC : National Safety Council
NTB : Nyeri Tulang Belakang

O_2 : Oxigen
O_3 : oxon
Ox : Oxidant
OSHA : Occupational Safety and Health Assosiation

Pb : Plumbum
Pk : Produktivitas Kerja
PMP : Peraturan Menteri Perburuhan
PPM : Part Per Million
Pusperkes : Pusat Hiperkes

RH : Relatif Humidity
RSO : Rumah Sakit Ortopedia
RWL : Recommended Weight Limit

SAA : Standard Assosiation of Australia
SBS : Sick Building Syndrome
SD : Standard Deviation
SDM : Sumber Daya Manusia
SK-MEN KLH: Surat Keputusan Menteri Kependudukan dan Lingkungan Hidup
SO2 : Sulfur Dioxide

UFFI : Urea Formaldehyde Foam Insulation
UV : Ultra Violet

V : Vertical Location
VCAB : The Victorian Curriculum and Assessment Board
VM : Vertical multiplier
VOHSC : Victorian Occupational Health and Safety Commision
VOC's : Votelite Organic Compounds
VO2 Max : Volume Oxigen Maximum

WBGT : Wet Bulb Globe Temperature
WHO : World Health Organisation
WHS : Workplace Health and Safety
WOP : Washing Out Periode
WMDs : Work Related Musculoskeletal Disorders

VDT : Video Display Terminal (g/m3: Mikrogram per Meter Kubik

INDEKS PENULIS

INDEKS SUBJEK

TENTANG PENULIS

Tarwaka, PGDip. Sc., M. Erg, lahir di Karanganyar, Jawa Tengah 29 September 1964. Ia mengenal ergonomi sejak kuliah di Program D III Hiperkes & KK UNS Surakarta (lulus tahun 1987). Melalui kerjasama antara pemerintah Indonesia-Australia pada tahun 1996, ia mendapat kesempatan untuk mengikuti kursus selama 6 bulan di Queensland University Australia dalam bidang Occupational Hygiene Analysis.

Pada Universitas yang sama, ia mendapat kepercayaan untuk meneruskan studi pada Postgraduate Diploma In Science dalam bidang Occupational Health and Safety (OHS) dan memperoleh gelar PGDip. Sc. (tahun 1998). Sedangkan gelar Magister Ergonomi (M. Erg) diperoleh dari program Magister Ergonomi - Fisiologi Kerja Universitas Udayana Tahun 2002.

Ia mengawali kariernya sebagai pegawai negeri pada Balai Hiperkes dan Keselematan Kerja Bali dari tahun 1988 sampai 2003. Selanjutnya pada awal tahun 2004 ia pindah tugas ke pemerintah Kabupaten Sragen, tepatnya pada UPTD Jasa Tenaga Kerja Disnakertrans. Sesuai dengan tugasnya dalam bidang penelitian dan perekayasaan, ia terus menggali dan mengembangkan keilmuan ergonomi, khususnya untuk meningkatkan derajad kesehatan dan keselamatan kerja. Ia juga aktif sebagai penulis ilmiah sejak tahun 1992. Banyak karya ilmiahnya yang telah dipublikasikan, baik melalui seminar maupun majalah ilmiah. Sedangkan buku kajian ergonomi ini, merupakan karya ilmiah pertama yang diterbitkan dalam bentuk buku.

TENTANG PENULIS

Ir Solichul Hadi Achmad Bakri, M.Erg. Lahir di Surakarta - Jawa Tengah 29 Mei 1957. Ia memperoleh gelar Sarjana Teknik Arsitektur dari Institut Teknologi Bandung (ITB) pada tahun 1983, dengan bahan skripsi tentang Rancangan Pusat Rehabilitasi Bekas Narapidana di Cilacap - Jawa Tengah. Gelar M.Erg diperoleh setelah menekuni kuliah di Program Studi Magister Ergonomi - Fisiologi Kerja Universitas Udayana - Bali dan lulus tahun 2002.

Ia mengawali kariernya di dunia industri jasa konstruksi pada tahun 1978, sewaktu masih berstatus mahasiswa Teknik Arsitektur ITB. Menerjuni berbagai proyek baik sebagai konsultan maupun kontraktor, selain sebagai seorang wiraswastawan pada tahun 1996 memutuskan untuk mengabdikan diri seabgai dosen tidak tetap di Universitas Muhammadiyah Surakarta sampai sekarang. Sejak tahun 2002 aktif di Yayasan Pendidikan Batik (YPB) Surakarta dan terhitung mulai tanggal 1 Oktober 2003 mengabdikan diri sebagai Pembantu Rektor III bidang Kemahasiswaan di Universitas Islam Batik (UNIBA) Surakarta.

Selama menekuni karirnya sebagai dosen, mata kuliah yang berada di bawah tanggungjawabnya sampai sekarang adalah Kewirausahaan, Ergonomi Lanjut dan K3 (Keamanan dan Kesehatan Kerja). Beberapa penelitian dan karya tulis yang dihasilkan, dalam bentuk panduan ajar maupun karya tulis yang di muat di majalah ilmiah setempat. Khusus untuk bidang ergonomi, sejak menjadi mahasiswa Program Studi Ergonomi - Fisiologi Kerja, penulis telah melakukan berbagai penelitian ergonomi dan telah mempresentasikannya dalam berbagai seminar, berskala nasional maupun internasional.

TENTANG PENULIS

Ir. Lilik Sudiajeng, M. Erg. Lahir di Pare, Kediri, Jawa Timur, 16 Agustus 1958. Ia memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil Universitas Udayana pada tahun 1984, dengan bahan skripsi tentang Struktur Pembangunan Pabrik Kertas Leces - Probolinggo. Gelar M. Erg diperoleh setelah menekuni kuliah di Prgoram Studi Magister Ergonomi - Fisiologi Kerja Universitas Udayana tahun 2002.

Ia mengawali kariernya di dunia industri jasa konstruksi pada tahun 1979 (masih berstatus mahasiswa Teknik Sipil Universitas Udayana). Setelah puas menerjuni berbagai proyek baik sebagai konsultan maupun kontraktor, pada tahun 1986 memutuskan untuk mengabdikan diri sebagai dosen di Politeknik Negeri Bali sampai sekarang. Selama karirnya sebagai dosen, salah satu mata kuliah yang berada di bawah tanggungjawabnya sampai sekarang adalah K3 (Keamanan dan Kesehatan Kerja). Telah banyak penelitian dan karya tulis yang dihasilkan, baik dalam bentuk buku ajar maupun karya tulis yang dimuat di majalah ilmiah setempat. Khusus untuk bidang ergonomi, sejak menjadi mahasiswa Program Studi Ergonomi - Fisiologi Kerja di bawah pimpinan Prof. Manuaba (2001), penulis telah melakukan berbagai penelitian ergonomi dan telah mempresentasikannya dalam berbagai seminar, baik berskala nasional maupun internasional.

ERGONOMI

Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas

Ergonomi adalah ilmu, seni dan penerapan teknologi untuk menyerasikan atau menyeimbangkan antara segala fasilitas yang digunakan baik dalam beraktivitas maupun istirahat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental sehingga kualitas hidup secara keseluruhan lebih baik.

Ergonomi atau dikenal juga dengan istilah Human Factors Engineering merupakan sebuah disiplin keilmuan yang selalu menempatkan manusia pada titik pusat perhatian (Human Center) secara holistik dan integratif dalam sebuah sistem kerja dimana manusia terlibat didalamnya.

Salah satu out put dari penerapan ergonomi adalah terwujudnya efisiensi, kenyamanan dan keselamatan bagi pengguna suatu desain produk. Dengan demikian suatu desain produk dikatakan ergonomi apabila secara antropometris, faal, biomekanik dan psikologis kompetibel dengan manusia pemakainya. Kaitannya dengan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), Ergonomi selalu konsen dan berusaha meningkatkan derajad keselamatan dan kesehatan kerja bagi setiap pekerja. Melalui pendekatan ergonomi secara Sistemik, Holistik, Interdisipliner dan Partisipatoris, maka angka sakit dan angka kecelakaan di tempat kerja dapat diminimalkan. Dengan demikian penghematan biaya operasional, biaya perawatan dan biaya klaim kecelakaan dan kesehatan dapat ditekan sekecil-kecilnya. Pada akhirnya melalui peningkatan efisiensi dan efektivitas kerja, produktivitas akan semakin besar dan dengan sendirinya keuntungan perusahaan juga meningkat, maka kesejahteraan pekerja secara keseluruhan akan lebih baik.

Islam Batik University Press (UNIBA PRESS)
UNIVERSITAS ISLAM BATIK (UNIBA) SURAKARTA

Alamat:
Jl. H. Agus Salim No. 10 Surakarta 571 47
Telp. (0271) 714751, Fax. (0271) 740160

ISBN: 979-98339-0-6